Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · A. KÜHN · M. v. LAUE
H. MARTIUS · R. W. POHL · W. WEIDEL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

44. JAHRGANG **HEFT 19** (ERSTES OKTOBERHEFT) **1957**

INHALT

KURZE BERICHTE Seite

Anomale Elementhäufigkeiten im Kosmos. Von H.-H. Voigt . 501
Strahlungsschäden in festen Körpern. Von W. Sander . . . 504

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Homogene scherungsfreie Weltmodelle in der relativistischen Kosmologie. Von E. Schücking 507
Über eine Temperatur- und Druckmessung im Plasma von Drahtexplosionen. Von R. Beuchelt und E. Böhm . . . 507
Winkel- und Energieverteilung der Photoprotonen aus dem Prozeß A^{40} (γ, p) Cl^{39}. Von F. Gudden und J. Eichler . 508
Oberflächen- und Raumladungseffekte in keramischem Bariumtitanat. Von W. R. Büssem und E. C. Subbarao . . 509
Die intrafibrilläre Maschenstruktur des Kollagens. Von E. Kuhnke 509
Beitrag zur Konstitution des Systems Titan-Gallium. Von K. Anderko und U. Zwicker 510
Photochemische Bildung von Aminosäuren aus Mischungen einfacher Gase. Von W. Groth und H. v. Weyssenhoff . 510
2-Mercapto-benzimidazole and 2-Mercapto-benzothiazole as Analytical Reagents. Estimation of Palladium. Von A. K. Majumdar and M. M. Chakrabartty. 511
The Reaction of Vanadate with Diphenylcarbazide. Von M. Bose 511
Über die Bildung von α,β-ungesättigten Ketonen beim oxydativen Abbau von Aconitin. Von W. Schneider und H. Tausend 512
Beitrag zur Papierchromatographie von Alkoholen als Xanthogenate. Von R. Pohloudek-Fabini und Th. Beyrich . . 512
Chromatographie von Flavonen an Polyamid. Von L. Hörhammer, H. Wagner und W. Leeb 513
Über die Struktur des Capsanthins und des Capsorubins. Von L. Cholnoky und J. Szabolcs 513
Über das Herbipolin, eine neue Purinbase. Von D. Ackermann und P. H. List 513
Die Anthocyane der Möhre. Von J. Košťíř und E. Petrů . 514
Some Notes on the Purple Pigment Formed by the Polyphenolase System in Scopolia japonica. Von Y. Suzuki 514
L'action du streptomycine sur l'activité des solutions de trypsine. Von L. M. Buruiana 515
Zur Frage der Kooperation intrazellulärer Oxydationssysteme; über die katalytische Wirkung von Mikrosomen-Cytochrom (b_5) und die biologische Funktion von Diaphorasen. Von S. Rapoport und C. Wagenknecht 515
Hemmung des radiochemischen Eiweißabbaues durch Strahlenschutzstoffe. Von K. Flemming 516
Über den Umsatz zyklischer Polyphosphate im Säugerorganismus. Von K. Schreier und H. G. Nöller 517
Beitrag zur sedativen Wirkung der Substanz P. Von P. Stern und V. Dobrić 517
Carcinolytische Wirksamkeit von N-Trichlormethylthio-phthalimid. Von K. Aderhold und F. Fischer 517
Erzeugung von Leukosen bei der Ratte durch ein leukämogenes Agens der Maus. Von A. Graffi und J. Gimmy 518
Über die Züchtung einiger tierpathogener Virusarten auf Epithelzellkulturen von Schweineniere. Von P. v. Kerékjártó und B. Hieronymi 518
Darstellung und Strukturordnung eines Tabakmosaikvirus-Einschlußkörpers in der Zelle. Von W. Wehrmeyer . . 519
Effect of MM and of Poliomyelitis Viruses on Nucleases and Phosphomonoesterases of the Central Nervous System of Infected Animals. Von E. Kovacs and J. Kovacs 520
Zur Frage der RNS-Synthese in kernlosen Teilen von Acetabularia. Von G. Richter 520
Über Morphosen bei Aspergillus. Von Ch. Thielke 521
Rezeptorpotentiale einzelner retinaler Zapfen der Katze. Von O.-J. Grüsser 522
Hochspannungselektropherogramme bei verschiedenen Erkrankungen. Von H. Braun und M. Büchner 522

BESPRECHUNGEN

F. Münzinger, Atomkraft. (Ref.: F. Winterberg) 523
F. Oehlkers, Das Leben der Gewächse. (Ref.: J. Straub) . 523
F. Knoll, Die Biologie der Blüte. (Ref.: H. Kugler) 524
Berichtigung 524

Soeben erschien:

Erinnerungen eines Biologen

Von **Karl von Frisch.** Mit 1 Bildnis, 39 Abb., davon 1 farbig und 1 Tafel. VII, 172 Seiten Gr.-8°. 1957.
Ganzleinen DM 26.—

Inhaltsübersicht: Woher des Weges. Schulzeit. Auf der Universität. Als Assistent am Münchner Zoologischen Institut. Habilitation und weitere Assistentenjahre in München. Zwischenspiel im Rudolfinerhaus (1914—1918). Zur Zoologie zurück. Als Ordinarius in Rostock (1921—1923). Breslau (1923—1925). Wieder in München. Amerikareise 1930. Im neuen Institut. Zweiter Weltkrieg. Stille Arbeit im Brunnwinkl 1945/46. Graz 1946—1950. Zweite Amerikareise (1949). Zum fünftenmal nach München. Verzeichnis der Arbeiten. Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein*, *V. Meyer*, *B. Schwalbe*, *W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung und jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anschrift der Redaktion:
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinn der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Redaktionelle Hinweise

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel: 59717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Soeben erschien:

Die Sonne

Von Dr. Karl Otto Kiepenheuer, Professor an der Universität Freiburg i. Br. und Leiter des Fraunhofer-Institutes (Verständliche Wissenschaft, 68. Band.) 1.—6. Tausend. Mit 76 Abbildungen. VIII, 150 Seiten Kl.-8°. Ganzleinen DM 7.80

Inhaltsübersicht: Einführung. Kleine Geschichte der Sonnenforschung. Die Sonnenfamilie. Die Sonnenoberfläche. Das Sonnenlicht. Sonnentürme. Sonnenfinsternisse. Die veränderlichen Erscheinungen auf der Sonne. Das Innere der Sonne. Radiowellen von der Sonne. Sonne und Erde. Schluß.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

44. Jahrgang Heft 19 (Erstes Oktoberheft) 1957

Kurze Berichte

Anomale Elementhäufigkeiten im Kosmos

Von H.-H. Voigt, Göttingen

Über „anomale Elementhäufigkeiten im Kosmos" zu reden, ist nur dann sinnvoll, wenn es so etwas wie eine „normale" Häufigkeitsverteilung der Elemente gibt. Wir müssen darum zunächst hierüber ein paar Worte sagen. Es erscheint auf den ersten Blick anmaßend, von solch einer kosmischen Häufigkeitsverteilung der Elemente zu reden, denn was wir tatsächlich darüber wissen, ist im Vergleich zur Gesamtheit des Kosmos außerordentlich dürftig. Wir kennen recht genau die chemische Zusammensetzung der obersten Erdschichten, der Erdatmosphäre und einiger auf die Erde hinabgestürzter Meteore. Gute quantitative Analysen liegen außerdem vor von der Atmosphäre der Sonne und einem knappen Dutzend anderer Sterne. Mehr oder weniger qualitative Aussagen oder Aussagen über nur einzelne Elemente besitzen wir dann von einer großen Zahl weiterer Sternatmosphären, von einigen planetarischen Nebeln und einigen Wolken interstellarer Materie.

Wenn wir trotzdem glauben, von einer allgemeinen Häufigkeitsverteilung sprechen zu können, dann aus zwei Gründen: 1. finden wir bei diesen hinsichtlich ihrer räumlichen Verteilung und ihres physikalischen Aufbaus völlig verschiedenartigen Objekten (Leuchtkraft, Größe, Alter und andere physikalische Daten der verschiedenen Sterne überdecken einen Bereich von mehreren Zehnerpotenzen) überall die gleiche Verteilung. 2. zeigt diese Verteilung eine ganze Reihe theoretisch einsichtiger, atomphysikalischer Gesetzmäßigkeiten, die allein schon auf ein allgemeines kosmisches Gesetz hindeuten. In Fig. 1 ist die relative Häufigkeit der Elemente nach unseren bisherigen Kenntnissen wiedergegeben (aufgetragen ist als Ordinate der Logarithmus der relativen Anzahl der Atome, willkürlich bezogen auf log Si = 10,0, als Abszisse die Ordnungszahl). Elemente mit gerader und ungerader Ordnungszahl sind unter sich durch einen Kurvenzug verbunden. Instabile oder wegen ihrer Anfälligkeit gegenüber Kernprozessen anomal seltene Elemente wie Li u.a. sind nicht mit eingetragen. Die wichtigsten Merkmale sind die überragende Häufigkeit von Wasserstoff und Helium, die zunächst schnelle, dann immer langsamer werdende Abnahme zu den schwereren Elementen, die kernphysikalisch bedingte „Eisenspitze" ($Z = 26$) und die ebenfalls kernphysikalisch bedingte Tatsache, daß die Elemente mit gerader Ordnungszahl durchweg häufiger sind als die benachbarten Elemente ungerader Ordnungszahl (Harkinsche Regel). In Tabelle 1 sind noch einmal die 14 häufigsten Elemente zusammengestellt, diesmal direkt in Atomzahlen und — durch Multiplikation mit dem Atomgewicht — in Massenzahlen, bezogen jeweils auf rund eine Million. Hier tritt die Vorherrschaft von Wasserstoff und Helium noch einmal besonders deutlich hervor.

Fortschritte in der Beobachtungstechnik und in den theoretischen Erkenntnissen haben nun, insbesondere bei einem differentiellen Vergleich verschiedener Himmelskörper, der sich im allgemeinen leichter durchführen läßt als absolute Analysen, hier und da interessante Abweichungen von dieser allgemeinen Häufigkeitsverteilung zutage gefördert, über die im folgenden ein kurzer Überblick gegeben werden soll.

1. *Erstarrte Himmelskörper.* Im gewissen Sinn zeigen alle erstarrten Himmelskörper wie die Erde, die Planeten, die Monde, die Meteore usw. eine Anomalie in ihrer chemischen Zusammensetzung. Sie geben nämlich die Zusammensetzung der bei tiefer Temperatur zur Kondensation gelangten Materie wieder, während sich andere Elemente, insbesondere Wasserstoff, die Edelgase und die atmophilen Elemente Kohlenstoff (C), Stickstoff (N) und Sauerstoff (O) verflüchtigt haben. Einige dieser Elemente sind z.B. in der Erdatmosphäre bis zu 15 Zehnerpotenzen seltener als im Kosmos. Hier handelt es sich um eine Abweichung von der kosmischen Verteilung, deren Ursache völlig klar ist und die eigentlich kein besonderes astronomisches Interesse beansprucht.

2. *Die beiden Sternpopulationen.* Von allgemeinem Interesse für die Entwicklung der Sterne sind dagegen Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der

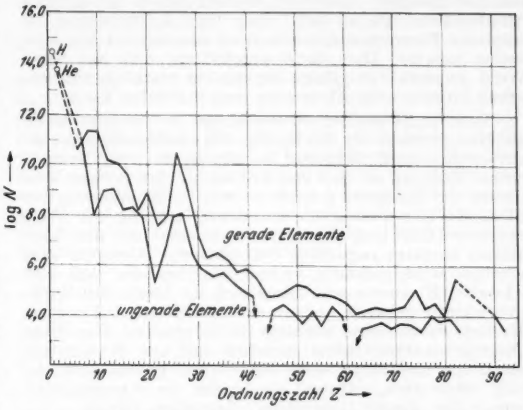


Fig. 1 Relative Häufigkeit der Atome im Kosmos als Funktion der Ordnungszahl

beiden von W. Baade eingeführten Sternpopulationen. Auf die weitverzweigte Problematik der Populationen braucht hier nicht eingegangen zu werden. Es genügt für unsere Zwecke festzuhalten, daß die Population I im allgemeinen mit dem Vorhandensein interstellarer Staubmaterie verknüpft ist, mit der die Sterne in Wechselwirkung stehen und aus der sich noch heute laufend neue Sterne bilden. Es handelt sich also — cum grano salis — um junge Sterne. Zur Population I gehören z.B. die Sterne der Sonnenumgebung, überhaupt die Spiralarme und die offenen Sternhaufen. Population II ist dagegen durch das Fehlen interstellarer Materie charakterisiert, es können sich daher keine neuen Sterne bilden; es handelt sich — wieder cum grano salis — um alte Sterne. Typische Vertreter sind etwa die Kugelsternhaufen oder die elliptischen außergalaktischen Nebel, wahrscheinlich auch die Kerne der Spiralnebel. Im allgemeinen redet man von einer abweichenden relativen Elementhäufigkeit bei den Population II-Sternen gegenüber der „normalen" Zusammensetzung der Population I. Dies ist jedoch nur durch einen gewissen „Lokalpatriotismus" bedingt, weil unsere Sonne zur Population I gehört. An sich wäre es wohl richtiger, Population II als das Normale, Ursprüngliche zu betrachten. Die zahlreichen Untersuchungen über Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung sind im einzelnen noch oft unsicher, denn die Unterschiede sind oft kaum größer als die Genauigkeit, mit der derartige Analysen zur Zeit überhaupt durchgeführt werden können. Aber insgesamt

Tabelle 1. *Relative Häufigkeit der 14 häufigsten Elemente*

Z	Element	Zahl pro Millionen	g pro Tonne
1	H	839000	556000
2	He	159000	421000
8	O	680	7210
10	Ne	640	8550
7	N	200	1860
6	C	130	1030
26	Fe	64	2370
12	Mg	42	680
14	Si	35	660
16	S	12	250
28	Ni	5	200
13	Al	3	54
11	Na	3	46
20	Ca	2	53

ergibt sich doch etwa folgender Tatbestand: Gegenüber den Sternen der Population II zeigen die Population I-Sterne einen geringen Überschuß (vielleicht einen Faktor 2 bis 3) der C, N, O-Gruppe und einen stärkeren Überschuß (vielleicht ein Faktor 3 bis 10) der schwereren Elemente, insbesondere der Metalle. Man nimmt heute an, daß Population II weitgehend die Zusammensetzung der Urmaterie widerspiegelt. Durch Kernprozesse im Innern dieser Sterne und durch ihre Wechselwirkung mit der interstellaren Materie (man kann abschätzen, daß ein merklicher Prozentsatz der heutigen interstellaren Materie irgendwann einmal in einem Stern gewesen sein muß und umgekehrt) wird der interstellare Raum im Laufe der Zeit mehr und mehr mit schweren Elementen angereichert, so daß Sterne, die sich erst später gebildet haben, einen höheren Gehalt an schweren Elementen besitzen müssen. Außerdem werden gerade die dichten Staubwolken, die an sich schon eine Anreicherung an schweren Elementen darstellen, am ehesten zur Kondensation neigen. Man kann abschätzen, daß auf diese Weise in etwa 10^7 Jahren bereits ein merklicher Überschuß an schweren Elementen erzielt werden kann.

Noch nicht geklärt ist die Frage, in welchem Maße die Kernprozesse für die heutige Elementhäufigkeit verantwortlich sind. Während die allgemeine, mehr konservative Meinung ist, daß von Anfang an eine gewisse Verteilung der Elemente geherrscht hat, die Entstehung der Elemente also wesentlich mit dem Ursprung der Welt zusammenfällt und durch Kernprozesse nur das Verhältnis langsam zugunsten der schweren Elemente verschoben wird, nehmen andere Forscher an, daß alle schweren Elemente erst allmählich im Laufe der Weltentwicklung gebildet worden sind, wobei möglicherweise die Supernovae eine wichtige Rolle spielen. Die erste „Sterngeneration" hätte hiernach nur aus Wasserstoff bestanden und hätte heute bereits ihre ganze Entwicklung hinter sich, während die Sterne der Population II bereits die „zweite Generation" darstellen würden.

3. *Die kühlen Sterne.* Ein verwickeltes Problem ist die Frage des physikalischen Aufbaus und der chemischen Zusammensetzung der kühlen Sterne (Oberflächentemperaturen zwischen 2000° und 4000°), in deren Atmosphären bereits zahlreiche Molekeln, insbesondere Kohlenstoff-, Stickstoff- und Sauerstoffverbindungen auftreten. 90% von ihnen gehören zu den sog. M-Sternen[1]), die wir als die normale Fortsetzung der Spektralklassen ansehen dürfen. Ihre Spektren zeigen zahlreiche Oxydbanden, insbesondere sehr kräftige TiO-Banden, dagegen kaum C_2-Banden. Daneben steht die Gruppe der „Kohlenstoff-Sterne" (früher als R- und N-Sterne bezeichnet) mit kräftigen CN- und C_2-Banden, während die Oxyde nur schwach vertreten sind. Mit großer Wahrscheinlichkeit handelt es sich hier tatsächlich um einen Unterschied in der chemischen Zusammensetzung. Während die M-Sterne das normale Verhältnis $C:O = 1:3$ bis $1:5$ besitzen, ist dieses in den Kohlenstoff-Sternen vermutlich umgekehrt, vielleicht $3:1$. Ob dieser Kohlenstoffüberschuß von Anfang an vorhanden gewesen ist oder sich erst später eingestellt hat, ist unbekannt. Immerhin spielt Kohlenstoff in etlichen Kernprozessen eine maßgebende Rolle, so daß eine derartige Anomalie nicht undenkbar ist.

Interessant ist die Isotopenverteilung. In einem Teil der Sterne ist das Isotop ^{13}C nicht zu beobachten. Dies Fehlen liefert eine obere Grenze für seine Häufigkeit: $^{12}C:^{13}C > 50$, und man darf wohl annehmen, daß es dem von der Erde her bekannten normalen Verhältnis $^{12}C:^{13}C = 90$ entspricht. In den meisten Kohlenstoff-Sternen beobachtet man jedoch auch die $^{13}C^{13}C$-, $^{12}C^{13}C$- und $^{13}C^{14}N$-Banden und erhält nach McKellar u.a. hier eine etwa 30mal größere Häufigkeit des ^{13}C-Isotops, nämlich $^{12}C:^{13}C = 3{,}4$. Das ist — soweit man bei den noch unsicheren kernphysikalischen Daten sagen kann — gerade der Wert, der sich beim Durchlaufen des Bethe-Weizsäcker- oder Kohlenstoffzyklus[2]) im Innern der Sterne einstellen sollte. Dies spricht also für eine Durchmischung der Sterne. Andererseits läßt das Auftreten von Wasserstoff und in einigen Fällen sogar Lithium (s. unten), das eine Durchmischung niemals überleben könnte, die Durchmischungstheorie wieder etwas problematisch erscheinen.

Schwieriger ist die Frage der dritten, etwa 1% umfassenden Gruppe der kühlen Sterne, der sog. S-Sterne. Sie zeigen starke CO- und sehr kräftige ZrO-Banden. Dagegen sind die TiO-Banden schwächer als in den M-Sternen und die Kohlenstoff-Banden schwächer als in den Kohlenstoff-Sternen, während die Atomlinien der Metalle wieder stärker hervortreten. Nach Bidelman nehmen diese Sterne eine Zwischenstellung ein mit einem Verhältnis $C:O \approx 1:1$. Dann wird vorwiegend aller Kohlenstoff und Sauerstoff zur Bildung von CO verbraucht; es bleibt weder genügend Sauerstoff zur Bildung so starker TiO-Banden wie in den M-Sternen noch genügend Kohlenstoff zur Bildung von C_2 wie in den Kohlenstoff-Sternen. Da weniger Kohlenstoff- und Sauerstoffverbindungen aufgebaut werden, bleibt ein größerer Prozentsatz der Metalle atomar, und die Atomlinien treten stärker hervor.

Dies kann aber nicht das starke Auftreten von ZrO und ebenso von YO, LaO u.a. erklären. Keenan nimmt an, daß auch dieser Unterschied chemisch bedingt ist. Das würde den etwas seltsamen Tatbestand ergeben, daß alle Metalle der 5. und 6. Periode im periodischen System in diesen Sternen häufiger, die der 4. Periode dagegen seltener sind als in den normalen Sternen. Vernünftiger erscheint dagegen die andere Annahme, daß dieser Beobachtungsbefund nicht chemisch, sondern physikalisch bedingt ist, worauf schon K. Wurm vor längerer Zeit hingewiesen hat. Infolge verschiedener Dissoziationsenergien hängt die Bildung verschiedener Molekeln bei gleicher Temperatur noch von der Dichte ab. Es scheint demnach möglich zu sein, die beobachteten Unterschiede auf Dichteunterschiede in den Atmosphären zurückzuführen. Zur Entscheidung dieser Frage benötigt man jedoch bessere Kenntnis der Dissoziationsenergien.

Hynek erwägt sogar die Möglichkeit, *alle* Unterschiede in den Spektren der kühlen Sterne auf physikalische Ursachen zurückzuführen, und zwar auf Abweichungen vom thermischen Gleichgewicht, die eine Verschiebung der Dissoziationsgleichgewichte bewirken, ähnlich wie sie in den heißen Sternen Überionisationen oder Überanregungen bestimmter Terme hervorrufen können. Wenn etwa durch Molekelbildung in tieferen Schichten Strahlung eines bestimmten Spektralbereichs aufgezehrt wird, und wenn Molekeln in höheren Schichten gerade durch diese Strahlung dissoziiert werden würden, so wird — weil diese Dissoziation nun nicht stattfindet — eine höhere Häufigkeit dieser Molekeln vorgetäuscht. Quantitative Untersuchungen hierüber liegen noch nicht vor, und solange wir keine besseren Atomkonstanten besitzen und über den physikalischen Aufbau der Atmosphären der kühlen Sterne nicht besser Bescheid wissen, wird man diese Frage kaum entscheiden können, jedoch wird man diese Möglichkeit im Auge behalten müssen.

4. *Wolf-Rayet-Sterne.* Ähnlich liegen die Verhältnisse am anderen Ende der Spektralsequenz bei den ganz heißen Sternen, den Wolf-Rayet-Sternen, die auf einem intensiven Kontinuum helle und breite Emissionslinien zeigen. Hier gibt es zwei Gruppen, eine Kohlenstoffsequenz mit starken C- und eine Stickstoffsequenz mit kräftigen N-Linien. Vermutlich handelt es sich auch hier um Unterschiede der relativen Häufigkeit innerhalb der C,N,O-Gruppe. Außerdem zeigen alle diese Sterne ein Wasserstoffdefizit. Jedoch ist die Deutung der Wolf-Rayet-Sterne überhaupt noch derart problematisch, daß man zur Zeit kaum mehr als diesen Beobachtungsbefund feststellen und hinnehmen kann.

5. *Metallinien-Sterne.* Eine weitere interessante Gruppe bilden die sog. Metallinien-Sterne (metallic stars), von denen etwa ein Dutzend bekannt sind. Es sind alles Sterne vom Spektraltyp A und F, also etwa vom Typ des Sirius, bei denen anomale Linienstärken einzelner Metalle auftreten, insbesondere die sonst sehr kräftigen Ca^+-Linien sind abnorm schwach. Eine nähere Unter-

[1]) Man teilt die Sterne entsprechend dem Aussehen ihrer Spektren in verschiedene Typen ein, die mit großen Buchstaben bezeichnet werden und im wesentlichen die Temperatur der Atmosphären widerspiegeln. Die Folge der normalen Spektraltypen von den heißesten zu den kühlsten Sternen ist O, B, A, F, G, K, M (Wahl und Reihenfolge der Buchstaben ist im einzelnen historisch bedingt). Die Sonne ist ein G-Stern. Von Sondertypen, die nicht in diese Sequenz passen, wird gleich noch die Rede sein.

[2]) Vgl. hierzu z.B. Temesváry, St.: Naturwiss. 44, 321 (1957), Anm. 1.

suchung ergibt ein scheinbares Defizit solcher Metalle, deren zweites Ionisationspotential etwa zwischen 12 und 16 eV liegt. Dies legt sofort die Vermutung einer physikalischen statt einer chemischen Anomalie nahe, zumal dieser Einschnitt gerade mit der Ionisationsenergie des Wasserstoffs zusammenfällt. Nach Untersuchungen GREENSTEINS ist aus einem im einzelnen noch nicht bekannten Grunde Wasserstoff in diesen Sternen vermutlich überionisiert. Dann kann einmal die bei der Rekombination auftretende kontinuierliche und Linien-Strahlung die Ionisation anderer Teilchen bewirken. So fällt etwa die Lyman β-Emission sehr genau mit der zweiten Ionisation des Kalziums zusammen. Noch wirksamer ist aber vermutlich die als „Umladung" bezeichnete direkte Wechselwirkung zwischen Protonen und den Metallionen, bei der den Metallen ein Elektron entrissen und dem Proton angelagert wird, also der Prozeß

$$M^{+} + H^{+} \rightleftarrows M^{++} + H$$

Die ungefähre Gleichheit der Ionisationspotentiale zweier Teilchen ergibt quantenmechanisch einen Resonanzeffekt, d.h. einen großen Stoßquerschnitt für derartige Umladungen. Durch diese erhöhte zweite Ionisation der Metalle wird ein Defizit vorgetäuscht. Das experimentum crucis dieser Theorie wäre das verstärkte Auftreten der Linien der zweifach ionisierten Atome, aber leider liegen diese nicht in dem bisher zugänglichen Spektralbereich. Die in einigen Metallinien-Sternen beobachtete starke Turbulenz deutet darauf hin, daß vielleicht dynamische Vorgänge in den Sternatmosphären eine maßgebende Rolle spielen.

6. *Peculiar A-stars.* BABCOCK u.a. haben eine Anzahl von Sternen mit starkem, meist zeitlich veränderlichem Magnetfeld entdeckt. Diese Sterne zeigen anomale Linienstärken bestimmter Elemente, vorwiegend der seltenen Erden. Nach dem speziellen Hervortreten bestimmter Linien bezeichnet man einzelne Sterne gelegentlich als Europiumsterne, Mangansterne, Strontiumsterne u.a., zusammenfassend bezeichnet man sie nach ihrem Spektraltyp als „peculiar A-stars" (besondere A-Sterne). Sie zeigen häufig drei Gruppen von Linien: solche, die sich parallel mit dem Magnetfeld ändern (z.B. Europium), solche, die den entgegengesetzten Rhythmus zeigen (z.B. Chrom), und Linien, die konstant bleiben.

Die naheliegendste Deutung ist die einer „magnetischen Verstärkung", d.h. einer Verstärkung der Linien durch ihre Aufspaltung infolge des Zeeman-Effekts. Die Gesamtabsorption einer Linie, die aus n Zeeman-Komponenten besteht, kann maximal um den Faktor $n/2$ anwachsen. Da die häufig beobachtete Strontium-Linie z.B. 23 Zeeman-Komponenten besitzt, können hierdurch beachtliche Verstärkungen bewirkt werden. Eine genaue Analyse ergibt jedoch, daß diese magnetische Verstärkung zwar vorhanden, aber wohl doch nicht die einzige Ursache ist. Es zeigt sich keinerlei Korrelation mit der Zahl der Zeeman-Komponenten; außerdem zeigen auch optisch dünne Linien eine Verstärkung, was durch keinerlei physikalische Ursachen hervorgerufen werden kann. Es scheint sich hier tatsächlich um Änderungen in der chemischen Zusammensetzung zu handeln. Untersuchungen durch das Ehepaar BURBIDGE u.a. ergeben in diesen Sternen für Silizium, Strontium, Yttrium und Zirkonium eine 10 bis 25mal, bei den seltenen Erden sogar eine einige 100mal größere Häufigkeit als in normalen Sternen. In einigen Fällen wurde sogar mit einiger Sicherheit Blei beobachtet. Wenn diese Identifikation richtig ist, würde sie eine 1500fache „Überhäufigkeit" ergeben. Als Ursache vermuten diese Autoren einen Zyklotroneffekt. Die Teilchen werden im Magnetfeld der Sterne so hoch beschleunigt, daß in den Atmosphären dieser Sterne Kernprozesse auftreten. Durch Neutroneneinfang entstehen dabei stufenweise schwerere Elemente, die dann teilweise infolge ihrer Radioaktivität wieder zerfallen. Die große Häufigkeit des Bleis, Endprodukt etlicher Zerfallsreihen, spricht sehr für diese Deutung. Nach einer Abschätzung kann die beobachtete Überhäufigkeit von Sr, Y, Zr, La und der seltenen Erden auf diese Weise erreicht werden, wenn der Prozeß seit etwa $5 \cdot 10^8$ Jahren in Gang ist, eine durchaus vernünftige Zeitspanne. Wenn diese ganze Vorstellung richtig ist, dann könnten sogar Transurane gebildet werden, die dann natürlich sehr bald wieder zerfallen würden. Nachgewiesen werden konnten sie bisher noch nicht. — Ähnliche Anomalien sollten dann auch in den Supernovae auftreten, in deren Atmosphären — aus anderen Gründen — vermutlich ebenfalls Kernprozesse stattfinden. Hiermit mag zusammenhängen, daß die Zeit, in der die Helligkeit einer bestimmten Klasse von Supernovae auf die Hälfte abnimmt (55 Tage), gerade der Halbwertszeit des Californiums ($Z = 98$) entspricht, wenn diese Vermutung auch vorerst wohl nur als Arbeitshypothese gewertet werden darf. Immerhin deuten immer mehr Beobachtungsfunde darauf hin, daß auch in den Atmosphären der Sterne gelegentlich Kernprozesse eine Rolle spielen mögen.

7. *Helium-Sterne und andere wasserstoffdefizite Sterne.* Eine ganz eigenartige Gruppe bilden die sog. Helium-Sterne, von denen bisher drei bekannt sind. Es sind dies heiße Sterne (Spektraltyp B), in deren Spektren *keinerlei* Spur von Wasserstoff und keine Sauerstofflinien zu finden sind. Wasserstoff ist, wenn überhaupt vorhanden, sicher seltener als Kohlenstoff; Helium, dessen Linien sehr kräftig sind, ist hier das häufigste Element. Hier handelt es sich um ein echtes Defizit, denn Linien anderer Elemente mit gleichen Anregungs- und Ionisationsbedingungen sind eindeutig vorhanden. Auch sonst zeigen diese Sterne etliche Charakteristika, wie man sie in einer Sternatmosphäre ohne Wasserstoff erwarten sollte. Die Ursache dieses Wasserstoffdefizits ist unbekannt, möglicherweise ist er durch Kernprozesse aufgebraucht, was allerdings eine völlige Durchmischung der Sternmaterie voraussetzen würde.

Außer diesen Helium-Sternen und den schon erwähnten Wolf-Rayet-Sternen besitzen auch die Unterzwerge und vor allem die weißen Zwerge vermutlich ein Wasserstoffdefizit. Bei diesen letzteren, die das Endprodukt der Sternentwicklung darstellen, sind sicherlich die zahlreichen Kernprozesse, die im Laufe der Sternentwicklung eine Rolle spielen, die Ursache für die geringere Wasserstoffhäufigkeit. — Ungeklärt ist dagegen noch das Wasserstoffdefizit bei einigen Kohlenstoff-Sternen, zum Teil auch bei solchen, die kein ^{13}C zeigen, also nicht durchmischt sein sollten.

8. *Ba^{+}-Sterne.* BIDELMAN entdeckte eine kleine Gruppe von Sternen vom Spektraltyp der Sonne mit starken Ba^{+}-Linien und kräftigen CH- und C_2-Banden. Wahrscheinlich hängt diese Bariumhäufigkeit mit der Kohlenstoffhäufigkeit zusammen, die zwischen der der normalen und der der Kohlenstoff-Sterne liegt. Vermutlich stellen diese Sterne die Fortsetzung der S-Sterne zu heißeren Sternen dar, wie man ja wohl überhaupt annehmen sollte, daß die oben besprochenen Unterschiede innerhalb der C,N,O-Gruppe nicht nur auf die kühlen Sterne beschränkt, sondern dort nur wegen der Molekelbildung am ehesten festzustellen sind.

9. *Instabile Elemente.* Lithium wird schon durch Kernprozesse bei relativ geringer Temperatur abgebaut und ist daher ganz allgemein im Kosmos sehr viel seltener, als es seiner Stellung am Anfang des Periodischen Systems zukäme. Schon auf der Erde ist Lithium relativ selten, auf der Sonne ist es nochmal um einen Faktor 10 bis 100 seltener, offenbar weil es durch die Zirkulation der äußeren Schichten gerade bis in solche Tiefen gelangt, wo es anfängt, abgebaut zu werden. In den Sternatmosphären findet man Lithium im allgemeinen nicht. Jedoch kennt man bisher drei Kohlenstoffsterne, in denen die Lithiumresonanzlinie ganz außerordentlich kräftig ist; auch die Kalium- und Natriumlinien sind in diesen Sternen außergewöhnlich stark. Seltsamerweise konnte auch in einigen Sternen mit hohem ^{13}C-Gehalt, Sternen, die also durchmischt sein sollten, Lithium zumindest qualitativ nachgewiesen werden. Ob es sich hier um einen erst später aus dem interstellaren Raum aufgesammelten Rest an Urmaterie handelt, oder woher sonst das Lithium in diesen Sternen stammt, ist bisher ungeklärt.

Ebenso deutet die Tatsache, daß in bisher vier Sternen vermutlich Technetium, dessen stabilstes Isotop eine Lebensdauer von rund 10^5 Jahren besitzt, nachgewiesen wurde, auf interessante und noch unbekannte Zusammenhänge hin. Vielleicht helfen uns hier die schnellen Fortschritte in der Kernphysik und der „Kernchemie" einmal weiter.

Nachdem von so vielen Anomalien, Besonderheiten und ungeklärten Beobachtungsbefunden gesprochen worden ist, muß zum Schluß noch einmal betont werden, daß es sich bei alledem fast immer nur um Einzelfälle handelt. Aber wie so oft in der Wissenschaft stellen gerade die „Außenseiter" häufig die aufschlußreichsten und interessantesten Objekte dar.

Literatur

Allgemeine Literatur mit Angabe zahlreicher Spezialliteratur: ALLEN, C. W.: Astrophysical Quantities. London 1955. — ALLER, L. H.: Astrophysics, Vol. I. New York 1953. — HYNEK, J. A.: Astrophysics. New York 1951. — UNSÖLD, A.: Physik der Sternatmosphären, 2. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1955. Ferner: *Zu 1.* LANDOLT-BÖRNSTEIN: Zahlenwerte und Funktionen ... 6. Aufl., Bd. III. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1952. — *Zu 2.* BURBIDGE, E. M., und G. R.: Astrophysic. J. **124**, 116 (1956). — HOYLE, F.: Astrophysic. J., Suppl. **1**, Nr. 5 (1954). SCHWARZSCHILD, M. und B.: Astrophysic. J. **112**, 248 (1950); **114**, 398 (1951). *Zu 3.* BIDELMAN, W. P.: Astrophysic. J. **112**, 219 (1950); **117**, 25 (1953). KEENAN, P. C.: Astrophys. J. **120**, 484 (1954). MCKELLAR, A.: Publ. Dom. Observatory, Victoria **7**, 395 (1948); Publ. Astronom. Soc. Pacific **61**, 199 (1949); **62**, 110 (1950). MERRILL, P. W.: Publ. Astronom. Soc. Pacific **68**, 356 (1956). WURM, K.: Astrophysic. J. **91**, 103 (1940). — *Zu 4.* STRUVE, O.: Sky and Telescope **15**, 209 (1956). — *Zu 5.* GREENSTEIN, J.: Astrophysic. J. **109**, 121 (1949). MICZAIKA, G. R., F. A. FRANKLIN, A. J. DEUTSCH und J. L. GREENSTEIN: Astrophysic. J. **124**, 134 (1957). — *Zu 6.* BAADE, W., G. BURBIDGE und F. HOYLE: Publ. Astronom. Soc. Pacific **68**, 296 (1956). BABCOCK, H. W.: Astrophysic. J. **117**, 12 (1953); **124**, 489 (1956); Publ. Astronom. Soc. Pacific **60**, 245 (1948); **63**, 81 (1951). BABCOCK, H. W., und T. G. COWLING: Monthly Notices Roy. Astronom. Soc. **113**, 357 (1953). BURBIDGE, E. und G.: Astrophysic. J. **122**, 396 (1955); **124**, 130 (1956); Astrophysic. J. Suppl. **1955**, Nr. 11; Observatory **75**, 116 (1955). FOWLER, W. A. und G. R., und E. M. BURBIDGE: Astrophysic. J. Suppl. **1955**, Nr. 17. Les Processus Nucléaires dans les Astres. Bericht über das internationale Kolloquium in Lüttich, Sept. 1953, mit zahlreichen Einzelarbeiten. — *Zu 7.* BIDELMAN, W. P.: Astrophysic. J. **116**, 227 (1952); **117**, 25 (1953). GREENSTEIN, J.: Kolloquium Lüttich s. o. POPPER, D.: Publ. Astronom. Soc. Pacific **54**, 160 (1942); **58**, 370 (1946); **59**, 320 (1947). THACKERAY, A. D.: Observatory **72**, 248 (1952); Monthly Notices **114**, 93 (1954). — *Zu 8.* BIDELMAN, W. P.: Astrophysic. J. **114**, 473 (1951). — *Zu 9.* FEAST, W. M.: Kolloquium Lüttich s. o. MCKELLAR, A.: Publ. Astronom. Soc. Pacific **52**, 407 (1950). SANFORD, R. F.: Astrophysic. J. **111**, 262 (1950). MERRILL, P. W.: Publ. Astronom. Soc. Pacific **68**, 71 (1956).

Göttingen, Sternwarte

Eingegangen am 8. Juli 1957

Strahlungsschäden in festen Körpern

Von WILHELM SANDER, Göttingen

Feste Körper enthalten stets Baufehler in ihrer Gitterstruktur. Dadurch werden viele ihrer Eigenschaften entscheidend beeinflußt. Hierüber ist früher in den „Naturwissenschaften" berichtet worden*). Bekannte Beispiele für solche Fehlstellen sind Lücken und Zwischengitteratome**). Sie setzen in Metallen die elektrische Leitfähigkeit und die Wärmeleitfähigkeit herab und verändern die Festigkeitseigenschaften. Die Erforschung der verschiedenen Fehlordnungstypen und ihres Einflusses auf die physikalischen Eigenschaften der Körper hat sich die Festkörperphysik seit einigen Jahrzehnten zur Aufgabe gemacht. Für solche Untersuchungen ist es wesentlich, Gitterstörungen künstlich erzeugen und auch wieder beseitigen zu können. Dazu kann man z. B. die Tatsache ausnutzen, daß in jedem festen Körper als Folge der Temperaturbewegung Fehlstellen entstehen. Deren Konzentration wächst exponentiell mit der Temperatur und ist unter dem Schmelzpunkt besonders groß. Kühlt man eine hoch erhitzte Probe sehr rasch ab („Abschrecken"), so bleibt ein Teil dieser Fehlstellen „eingefroren". Die zur tieferen Temperatur gehörende geringe Gleichgewichtskonzentration kann sich nicht einstellen, da die Beweglichkeit der Gitterbausteine zu klein geworden ist. Eine andere Möglichkeit zur Erzeugung von Strukturfehlern ist die plastische Verformung eines festen Körpers. Erwärmt man eine bei tiefer Temperatur verformte Probe — man nennt das „Tempern" —, so verschwindet die erzeugte Fehlordnung wieder.

Seit der Entwicklung von Atomreaktoren und Teilchenbeschleunigern steht für die Erzeugung von Fehlstellen eine neue Methode zur Verfügung. Man bestrahlt Festkörper mit den von diesen Maschinen gelieferten energiereichen Teilchen. Ursprünglich wurden solche Versuche im Dienst der Reaktortechnik gemacht. Man wollte wissen, wie sich die beim Reaktorbau benötigten Werkstoffe unter der Einwirkung starker Strahlung benehmen, ob etwa ihre mechanischen Eigenschaften hinreichend stabil bleiben. Darüber hinaus erwiesen sich diese Experimente als sehr wertvoll für die Erweiterung unserer Kenntnisse über Art und Einfluß von Fehlstellen in festen Körpern. In den letzten Jahren hat daher die Untersuchung der Strahlungsschäden („radiation damage") einen breiten Raum im Rahmen der Festkörperphysik gewonnen [*1*].

Es soll im folgenden zunächst versucht werden, eine knappe Übersicht über die experimentellen Methoden und über die bei Bestrahlung auftretenden Fehlordnungstypen zu geben. Ein solcher Typ, nämlich Frenkel-Fehlordnung in Metallen, wird dann herausgegriffen; seine Bildungsenergie, sein Einfluß auf den elektrischen Widerstand und die beim Ausheilen freiwerdende Energie werden besprochen. Zum Schluß folgen Hinweise auf Strahlungswirkungen in anderen festen Körpern, wie Legierungen, Halbleitern und Polymerisaten.

Übersicht über die experimentellen Methoden und die Fehlordnungstypen

Fast alle Experimente werden in zwei Schritten ausgeführt. Zunächst wird die Probe bei möglichst tiefer Temperatur (bis zu 10° K) bestrahlt, die dabei erzeugten Fehlstellen bleiben eingefroren. Anschließend erwärmt man die Proben und beseitigt dadurch die Fehlordnung allmählich. Dabei wird die Rückkehr der durch die Bestrahlung veränderten physikalischen Eigenschaften auf ihre ursprünglichen Werte in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit gemessen. Die Bestrahlung kann in Reaktoren oder durch Teilchenbeschleuniger erfolgen. In Reaktoren steht ein starker Neutronenfluß zur Verfügung, der auch größere Versuchskörper homogen durchsetzt. Allerdings verteilen sich die Neutronen auf einen breiten Energiebereich. Langsame Neutronen erzeugen durch Kernumwandlung Fremdatome, jedoch ist deren Einfluß gegenüber den weit zahlreicher entstehenden anderen Fehlstellen meist zu vernachlässigen. Vielfach schirmt man auch die langsamen Neutronen durch Cadmium-Schilde ab. Schwierig ist es, die Temperatur der im Innern des Reaktors angebrachten Probe genügend tief zu halten. Die von Teilchenbeschleunigern gelieferten geladenen Teilchen, z. B. Protonen, Deuteronen oder α-Teilchen, haben einheitliche Energie. Ihre Eindringtiefe ist aber sehr gering. Damit die erzeugten Defekte homogen verteilt sind, kommen daher als Proben nur dünne Drähte oder Folien in Frage. Die Wirkung schneller Neutronen beruht auf den längs der Bahn gebildeten geladenen Rückstoßatomen, die sich dann genau so verhalten wie primär eingestrahlte geladene Teilchen. Daher unterscheiden sich Bestrahlungen durch Reaktoren oder Beschleuniger nicht grundsätzlich in ihrer Wirksamkeit.

*) POHL, R. W.: Naturwiss. **39**, 9 (1952). — PICK, H.: Naturwiss. **41**, 346 (1954).

**) Lücke und Zwischengitteratom entstehen, wenn ein Atom seinen angestammten Gitterplatz verläßt und sich zwischen die anderen Atome drängt.

Mit diesen Strahlenquellen sind die verschiedensten festen Körper bestrahlt worden, wie isolierende Kristalle, reine Metalle, Legierungen, Halbleiter und Kunststoffe. Dabei ergaben sich je nach Art des bestrahlten Materials charakteristische Strahlungswirkungen. In allen Fällen verbrauchen die eingestrahlten Teilchen den größten Teil ihrer Energie zur Ionisation der Gitterbausteine. In einem guten Leiter, etwa einem Metall, verteilt sich diese Energie sehr schnell auf den ganzen Körper und führt zu einer Erwärmung. In Isolatoren können dagegen die freigemachten Elektronen an schon vorhandenen Fehlstellen „gefangen" werden. Dadurch kommt es zu bleibenden Veränderungen, etwa zu optischen Absorptionsbanden in normalerweise durchsichtigen Spektralgebieten. Die Kristalle werden dann farbig. Da schon eine geringe Energie zur Ionisation ausreicht, läßt sich eine solche Verfärbung bereits durch weiche Röntgenstrahlen erzeugen. Die Verhältnisse sind daher schon seit sehr langer Zeit eingehend untersucht worden, besonders an Alkalihalogeniden. Die heute zur Verfügung stehenden energiereichen Teilchen erzeugen weitgehend dieselben Absorptionsbanden, wie sie von Röntgenbestrahlungen her bekannt sind. Fig. 1 zeigt als

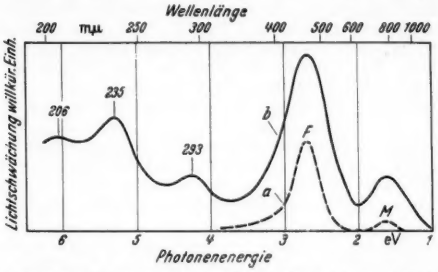


Fig. 1. Optische Absorption von NaCl nach Bestrahlung mit 350 MeV-Protonen (nach [2]). *a* $1{,}7 \cdot 10^{12}$ Protonen/cm², *b* $5{,}3 \cdot 10^{13}$ Protonen/cm²

Beispiel den Absorptionsverlauf für einen NaCl-Kristall, der mit Protonen von 350 MeV Energie bestrahlt wurde. Mit steigendem Protonenfluß treten charakteristische Absorptionsmaxima hervor.

Neben der Ionisation treten bei energiereicher Strahlung weitere Wirkungen auf. Trifft ein ankommendes Teilchen unmittelbar auf ein Gitteratom, so wird dieses von seinem Platz geworfen, hinterläßt eine Lücke und fliegt selbst weiter. Dabei stößt es auf seinem Wege wieder andere Atome von ihren Plätzen, bis es schließlich zwischen den Gitterbausteinen zur Ruhe kommt. Die so erzeugten Paare von Lücken und Zwischengitteratomen heißen „Frenkel-Defekte". Bei Metallen ist die Bildung dieser Defekte die wichtigste Folge der Einwirkung energiereicher Strahlen, da die Ionisation infolge der schon vorhandenen freien Elektronen keine Rolle spielt. Es hat sich gezeigt, daß die Bestrahlung ein besonders wirksames Mittel ist, Frenkel-Defekte in Metallen zu erzeugen. Diese Möglichkeit ist in zahlreichen Arbeiten ausgenutzt worden, um den Einfluß dieses Fehlordnungstyps auf elektrische und mechanische Eigenschaften von Metallen zu untersuchen. Bei isolierenden Kristallen hatte man schon früher durch elektrolytische und optische Messungen an reinen Proben und an solchen, denen willkürliche Zusätze beigemengt waren, viele Informationen über das Verhalten von Gitterdefekten gewonnen. Bei Metallen hatte es ähnlich erfolgreiche Methoden bisher nicht gegeben. Daher ist die neue Methode der Untersuchung von Strahlungsschäden gerade bei Metallen sehr wichtig geworden. Einige der Ergebnisse sollen etwas ausführlicher besprochen werden. Wir greifen dabei das Kupfer heraus, weil es theoretisch und experimentell am häufigsten behandelt worden ist.

Frenkel-Defekte

Zunächst stellt sich die Frage, wieviel Frenkel-Defekte durch eine bestimmte Strahlung in Kupfer erzeugt werden. Dazu muß man wissen, wieviel Energie ein ankommendes Teilchen auf ein Cu-Atom mindestens übertragen muß, um es von seinem Platz zu stoßen und so eine Lücke und ein Zwischengitteratom zu bilden. Dieser Wert läßt sich messen, indem man die Energie der Primärstrahlung langsam steigert und feststellt, bei welcher Primärenergie sich erstmals die Erzeugung von Frenkel-Defekten z.B. durch Anwachsen des Widerstandes bemerkbar macht. Sehr bequem für solche Versuche sind Elektronen, die mit Hilfe eines van de Graaf-Generators beschleunigt werden. Als Schwellenenergie für die Elektronen fanden EGGEN und LAUBENSTEIN [3] bei Bestrahlung von Kupfer 0,49 MeV. Das bedeutet auf Grund der Stoßgesetze eine Energieübertragung von 25 eV auf ein getroffenes Cu-Atom. Dieses Ergebnis stimmt sehr gut mit theoretischen Berechnungen überein.

Wie schon erwähnt, ist der elektrische Widerstand ein sehr empfindliches Maß für das Vorhandensein von Fehlstellen. Fig. 2 zeigt die mit anhaltender Bestrahlung zunehmende Widerstandserhöhung von Cu-Drähten. Die

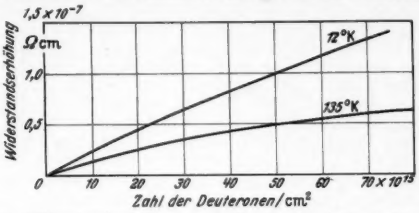


Fig. 2. Widerstandserhöhung von Kupfer durch Bestrahlung mit 12 MeV-Deuteronen bei 12° K und 135° K (nach [4], [5])

Bestrahlung erfolgte mit 12 MeV-Deuteronen bei 12° K. Die Kurve ist leicht gekrümmt, in einem späteren Stadium ist die Strahlungswirkung nicht mehr so groß wie am Anfang. Das ist darauf zurückzuführen, daß einige der bereits gebildeten Fehlstellen infolge der Strahlung wieder ausheilen, indem z.B. ein angestoßenes Zwischengitteratom in eine Lücke zurückfällt. Dieser Prozeß gewinnt gegenüber der ständigen Neubildung umso mehr Gewicht, je mehr Fehlstellen schon vorhanden sind. Daher kommt es bei fortwährender Bestrahlung schließlich zu einer Sättigungskonzentration von Störungen, bei

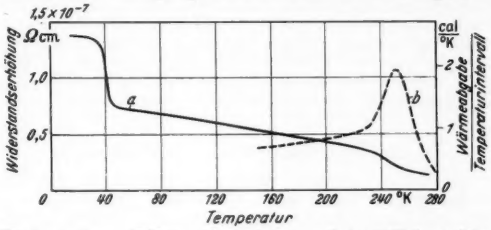


Fig. 3a u. b. a Widerstandserholung von bei 12° K bestrahltem Kupfer (nach [4]). b Freiwerdende Fehlordnungsenergie einer bei 130° K bestrahlten Kupferfolie (nach [6])

der genau so viele neu gebildet werden wie infolge der Strahlung und der Temperaturbewegung wieder verschwinden. Diese erreichbare Endkonzentration ist um so größer, je niedriger die Temperatur ist. Der Einfluß der Temperatur auf die Strahlungswirkung zeigt sich deutlich beim Vergleich mit der eingezeichneten Kurve für eine Bestrahlung bei 135° K. Man muß also bei möglichst tiefer Temperatur bestrahlen, um hohe Fehlstellenkonzentrationen zu erzielen.

Weitere Information über die erzeugten Fehlstellen erhält man durch Tempern bestrahlter Proben. Wird ein bei 12° K bestrahlter Cu-Draht gleichmäßig erwärmt, so geht die Widerstandserhöhung mit steigender Temperatur zurück. Das ist in Fig. 3 dargestellt. Ein erster scharfer Abfall setzt bei 40° K ein. Danach beobachtet man über einen weiten Temperaturbereich eine gleichmäßig langsame Abnahme des Zusatzwiderstandes, bis bei 250° K, also nahe −20° C, abermals ein stärkeres Absinken erfolgt. Man kann den Versuch auch etwas anders ausführen, indem man schrittweise erwärmt, jedesmal die Temperatur konstant hält und die Erholung des Widerstandes als Funktion der Zeit mißt. Dadurch bekommt man Hinweise auf die Art des zugrundeliegenden Prozesses der Fehlstellenausscheidung

und kann die zugehörige Aktivierungsenergie berechnen. Die hierbei gefundenen Ergebnisse legen es nahe, den gesamten Widerstandsabfall mit der Rekombination von Lücken und Zwischengitteratomen zu erklären. Diese Deutung wird durch Messungen der gesamten Fehlordnungsenergie unterstützt. Die im bestrahlten Körper enthaltene Energie wird als Wärme frei, wenn die erzeugten Fehlstellen mit steigender Temperatur verschwinden. Das ist von OVERHAUSER [6] gemessen worden. Die Ergebnisse sind gestrichelt in Fig. 3 aufgetragen, allerdings wurden die Messungen nur im Temperaturbereich oberhalb 140° K gemacht. Zunächst beobachtet man bei steigender Temperatur eine fast konstante Energieabgabe, die dem erwähnten gleichmäßigen Widerstandsabfall in diesem Gebiet entspricht. Im Gebiet um 250° K wird mehr Energie frei, dort erfolgt auch im Widerstandsbild ein stärkeres Absinken. OVERHAUSER hat nun für jedes Temperaturintervall das Verhältnis von freigewordener Energie zur Widerstandsänderung gebildet. Dieses Verhältnis ist im untersuchten Temperaturbereich konstant. Zu einer bestimmten Widerstandsabnahme gehört also stets derselbe Betrag an freigewordener Energie. Das ist eine starke Stütze für die Deutung, daß es sich im gesamten Temperaturgebiet um denselben Prozeß handelt, nämlich die gegenseitige Auslöschung von Lücken und Zwischengitteratomen.

Aus diesen Messungen kann man mit Hilfe theoretischer Abschätzungen Aussagen über die Zahl der durch Bestrahlung erzeugten Frenkel-Defekte machen. Solche Abschätzungen existieren sowohl für die Widerstandsänderung wie für die Energie je Frenkel-Defekt. Damit kann man aus der gesamten Widerstandsänderung und der gesamten beim Tempern freigewordenen Energie je einen Wert für die Zahl der Defekte berechnen. Einen dritten Wert dafür kann man aus dem Betrag der eingestrahlten Energie ermitteln. Dazu muß man abschätzen, welcher Bruchteil dieser Energie zur Erzeugung von Frenkel-Defekten verbraucht wird. Mit Hilfe der gefundenen Bildungsenergie von 25 eV je Defekt erhält man dann deren Anzahl. Leider weichen die Werte für die Fehlstellenkonzentration, die man auf diesen verschiedenen Wegen gewinnt, noch voneinander ab. Die theoretischen Vorstellungen über die Erzeugung von Defekten, ihre Energie und ihren Einfluß auf den elektrischen Widerstand müssen also noch verfeinert werden. Die geschilderten Experimente zeigen, daß die Erzeugung von Fehlstellen in Metallen durch energiereiche Strahlung dazu wertvolle Beiträge leisten kann.

Strahlungswirkungen in anderen Festkörpern

Besonders auffällige Wirkungen können bei der Bestrahlung von Legierungen auftreten. Bei ihnen wird der Ordnungszustand stark beeinflußt. Häufig untersucht wurde die Legierung Cu_3Au. Sie ist oberhalb 388° C völlig ungeordnet, d.h., die Goldatome sind statistisch verteilt. Bei langsamer Abkühlung wandern sie jedoch auf ihre richtigen Plätze, die Legierung wird geordnet. Das zeigt sich an einer starken Abnahme des elektrischen Widerstandes. Bei schneller Abkühlung kann dagegen der Ordnungsprozeß nicht stattfinden, die Unordnung bleibt eingefroren. So erhält man etwa bei Zimmertemperatur die Legierung je nach Vorbehandlung in geordnetem oder ungeordnetem Zustand. Setzt man nun zwei derartige Proben einer Neutronenstrahlung aus, so wird die ungeordnete Probe kaum beeinflußt, während der elektrische Widerstand der geordneten Legierung so stark ansteigt, daß dies nur mit bereichsweisem Übergang in den ungeordneten Zustand erklärt werden kann. Man macht sich dazu folgendes Bild: Die ankommenden Teilchen übertragen Energie an die in der Nähe der Bahn liegenden Gitteratome, jedoch ohne sie von ihrem Platz zu stoßen. Das entspricht einem plötzlichen sehr großen Temperaturanstieg längs der Bahn („thermal spike"). Dadurch wird in diesem Bereich die kritische Temperatur von 388° C überschritten, der Bereich wird ungeordnet. Die Temperatur geht sehr schnell zurück, so daß diese Unordnung einfriert. Die Widerstandserhöhung infolge der gleichzeitigen Bildung von Frenkel-Defekten ist gegenüber dieser Wirkung auf den Ordnungszustand zu vernachlässigen. Ähnliche Wirkungen sind an anderen Legierungen, z.B. Messing, beobachtet worden.

Auch Umwandlungen von einer Modifikation eines Stoffes in eine andere werden durch Strahlung beeinflußt. Bekanntlich wandelt sich das normale weiße Zinn unterhalb 18° C in graues Zinn um („Zinnpest"). Die Umwandlungsgeschwindigkeit ist jedoch verschwindend klein. Bei Bestrahlung geht die Umwandlung dagegen schneller. Zinnproben, die einige Wochen bei tiefer Temperatur im Reaktor bestrahlt worden waren, zeigten deutliche Nester von Zinnpest im Gegensatz zu unbestrahlten Vergleichsproben.

Sehr eingehend sind natürlich die Festigkeitseigenschaften von Werkstoffen untersucht worden, die für den Reaktorbau verwendet werden. Besonders bei weichen (geglühten) Stoffen verursacht die Bestrahlung einen großen Anstieg der Härte. Man kann allgemein sagen, daß die Werkstoffe durch Bestrahlung versprödet werden. Ein ernstes Problem ist die Erhöhung der Diffusion und damit der Korrosion.

Auch an den heute so wichtig gewordenen Halbleitern sind Strahlungswirkungen vielfach studiert worden. Ihre elektrischen Eigenschaften hängen ganz entscheidend von Fehlstellen und Fremdatomen ab. Solche Fremdatome können bei Bestrahlung mit langsamen Neutronen durch Kernumwandlung gebildet werden.

Zum Schluß sei noch die Strahlungswirkung bei Polymerisaten erwähnt. Ionisierende Strahlung führt z.B. beim Polyäthylen zu einer Vernetzung der Molekeln. Das hat großen Einfluß auf Schmelzpunkt, Löslichkeit, Wärmebeständigkeit und mechanische Eigenschaften. Diese Veränderungen sind im Gegensatz zu denen bei Metallen dauerhaft und gehen nicht mit steigender Temperatur zurück. Bei gewissen Kunststoffen scheint auf diese Weise eine Verbesserung ihrer Eigenschaften unter erschwinglichen Kosten möglich zu sein, so daß hier Aussichten auf industrielle Anwendungen bestehen.

Während mit der Untersuchung von Strahlungsschäden wegen der technischen Bedürfnisse beim Reaktorbau begonnen wurde, liegt heute das Schwergewicht mehr bei den grundsätzlichen Fragen über das Verhalten von Fehlstellen in festen Körpern. In diesem kurzen Bericht konnten aus der Fülle der dabei bearbeiteten Probleme nur einige Beispiele behandelt werden.

Literatur

[1] *Neuere zusammenfassende Darstellungen:* SEITZ, F., und J. S. KOEHLER: Displacement of Atoms during Irradiation. Solid State Physics **2**, 305 (1956). — KINCHIN, G. H., und R. S. PEASE: The Displacement of Atoms in Solids by Radiation. Rep. Progr. Physics **18**, 1 (1955). — GLEN, J. W.: A Survey of Irradiation Effects in Metals. Adv. Physics **4**, 381 (1955). — LINTNER, K., u. E. SCHMID: Bedeutung von Korpuskularbestrahlung für die Eigenschaften von Festkörpern. Erg. **28**, 302 (1955). — [2] KOBAYASHI: Physic. Rev. **102**, 348 (1956). — [3] EGGEN und LAUBENSTEIN: Physic. Rev. **91**, 238 (1953). — [4] COOPER, KOEHLER und MARX: Physic. Rev. **94**, 496 (1954); **97**, 599 (1955). — [5] MARX, COOPER und HENDERSON: Physic. Rev. **88**, 106 (1952). — [6] OVERHAUSER: Physic. Rev. **94**, 1551 (1954).

Göttingen, I. Physikalisches Institut der Universität

Eingegangen am 27. Juli 1957

Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

Homogene scherungsfreie Weltmodelle in der relativistischen Kosmologie

Bei der Untersuchung von räumlich homogenen, druckfreien kosmologischen Modellen der relativistischen Kosmologie läßt sich zeigen, daß es *keine scherungsfreien* Modelle mit gleichzeitiger Expansion und Rotation gibt. Modelle dieser Art hätten eine Zwischenstufe dargestellt zwischen den isotrop expandierenden Friedmannschen Modellen ohne Rotation und dem statischen rotierenden Gödelkosmos ohne Expansion.

Läßt man griechische Indizes von 0 bis 3 und lateinische Indizes von 1 bis 3 laufen, so lautet das Linienelement eines Raumzeitfeldes $g_{\mu\nu}$ mit auf Ruhe transformierter inkohärenter druckfreier Materie

$$\left.\begin{aligned} d\,s^2 &= (d\,x^0)^2 + 2 g_{0i}\,(x^j)\,d\,x^0\,d\,x^i + g_{ik}\,(x^\mu)\,d\,x^i\,d\,x^k; \\ u^\mu &= \frac{d\,x^\mu}{d\,s} = \delta^\mu_0. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Hierbei wurde bereits ausgenutzt, daß sich die Materie auf geodätischen Linien bewegt. Definiert man

$$w_{ik} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial g_{0i}}{\partial x^k} - \frac{\partial g_{0k}}{\partial x^i}\right), \quad R^3 = \sqrt{-g}, \quad g = \mathrm{Det}\,\|g_{\mu\nu}\|, \quad (2)$$

so sind Modelle mit Rotation und Expansion (bzw. Kontraktion) dadurch gekennzeichnet, daß

$$w_{ik} \neq 0, \qquad \frac{\partial R}{\partial x^0} \neq 0 \quad (3)$$

gelten soll. Aus der Definition der Scherungsfreiheit

$$q_{\mu\nu} = \tfrac{1}{2}(u_{\mu\|\nu} + u_{\nu\|\mu}) - \tfrac{1}{3}(g_{\mu\nu} - u_\mu u_\nu)\,u^\lambda_{\|\lambda} = 0$$

folgt

$$\bar{g}_{ik} = g_{ik} - g_{0i}\,g_{0k} = R^2(x^\mu)\,\psi_{ik}(x^j), \quad (4)$$

also die Tatsache, daß die Verhältnisse der $\bar{g}_{ik}$ zeitunabhängig sind. $u_{\mu\|\nu}$ bedeutet die kovariante Ableitung von u_μ nach x^ν.

Die „00"-Gleichung der Einsteinschen Feldgleichungen lautet dann bei Scherungsfreiheit

$$\frac{3}{R}\,\frac{\partial^2 R}{(\partial x^0)^2} = 2 w_{ik}\,w_{rs}\,g^{ir}\,g^{ks} + \Lambda - \frac{\varkappa\varrho}{2}. \quad (5)$$

Die g^{ir} sind definiert durch die Gleichung $g_{\mu\nu}g^{\nu\lambda} = \delta^\lambda_\mu$, Λ ist das kosmologische Glied, ϱ die Materiedichte und $\varkappa$ die relativistische Gravitationskonstante. Die „0i"-Gleichung wird, bei Subtraktion der mit g_{0i} multiplizierten „00"-Gleichung,

$$\left.\begin{aligned} &2\,\frac{\partial^2 \ln R}{\partial x^i\,\partial x^0} + \frac{\bar{g}_{il}}{\sqrt{-g}}\,\frac{\partial}{\partial x^k}\left(\sqrt{-g}\,g^{lr}\,g^{ks}\,w_{rs}\right) - \\ &- 2 g_{0i}\,\frac{\partial^2 \ln R}{(\partial x^0)^2} + w_{ik}\,g_{0l}\,g^{kl}\,\frac{\partial \ln R}{\partial x^0} = 0. \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Die Kontinuitätsgleichung lautet

$$\frac{\partial}{\partial x^0}\,(\varrho R^3) = 0. \quad (7)$$

Fordert man die räumliche Homogenität der Materiedichte durch

$$\frac{\partial \varrho}{\partial x^j} = 0, \quad (8)$$

so folgt aus (7)

$$R(x^r) = S(x^0)\,W(x^j), \quad (9)$$

also aus (4)

$$\bar{g}_{ik} = S^2(x^0)\,\bar{\psi}_{ik}(x^j), \qquad \bar{\psi}_{ik} = W^2\,\psi_{ik}. \quad (10)$$

Da $\bar{g}_{ik}g^{kl} = \delta^l_i$, so wird auch

$$\bar{g}^{kl} = S^{-2}(x^0)\,\bar{\psi}^{kl}, \qquad \bar{\psi}_{ik}\,\bar{\psi}^{kl} = \delta^l_i. \quad (11)$$

Multiplikation von (6) mit $g^{it}g_{0t}$ liefert die Gleichung

$$\frac{g_{0l}}{\sqrt{-g}}\,\frac{\partial}{\partial x^k}\left(\sqrt{-g}\,g^{lr}\,g^{ks}\,w_{rs}\right) = 2 g_{0i}\,g_{0t}\,g^{it}\,\frac{\partial^2 \ln R}{(\partial x^0)^2}. \quad (12)$$

Für beliebiges konstantes x^j ergeben die beiden Gln. (5) und (12) zwei Differentialgleichungen für die Funktion $S(x^0)$, die nicht miteinander verträglich sind, falls gemäß (3)

$$g_{0i}\,g_{0t}\,g^{it} \neq 0 \quad \text{und} \quad \frac{\partial S}{\partial x^0} \neq 0 \quad (13)$$

sind. Damit ist gezeigt, daß keine räumlich homogenen druck- und scherungsfreien Modelle mit gleichzeitiger Rotation und Expansion mit den Einsteinschen Feldgleichungen verträglich sind. Solche Modelle existieren in der Newtonschen Kosmologie, solange man die für sie charakteristische Vieldeutigkeit der Randbedingungen nicht beseitigt[1]). Die Existenz expandierender rotierender *und* scherender Modelle wird durch die obigen Betrachtungen nicht berührt.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für Gewährung eines Forschungsstipendiums, Herrn Professor HECKMANN für viele Anregungen. Eine ausführliche Darstellung des vorstehenden Ergebnisses in größerem Zusammenhang soll demnächst in der Zeitschrift für Physik erfolgen.

Hamburger Sternwarte, Hamburg-Bergedorf

E. SCHÜCKING

Eingegangen am 2. April 1957

[1]) HECKMANN, O., u. E. SCHÜCKING: Z. Astrophysik **40**, 81 (1956).

Über eine Temperatur- und Druckmessung im Plasma von Drahtexplosionen

Seit ANDERSON[1]) 1920 die Drahtexplosionen (Kondensatorentladungen über dünne Drähte) in die Experimentiertechnik zur Erzeugung von hochtemperiertem Plasma einführte, wurden zahlreiche Arbeiten darüber veröffentlicht[2]), in denen auch vereinzelt Temperatur- und Druckangaben zu finden sind. Diese Werte sind stets nur relativ grobe Abschätzungen, weil sie sich in keinem Fall auf die Kenntnis der

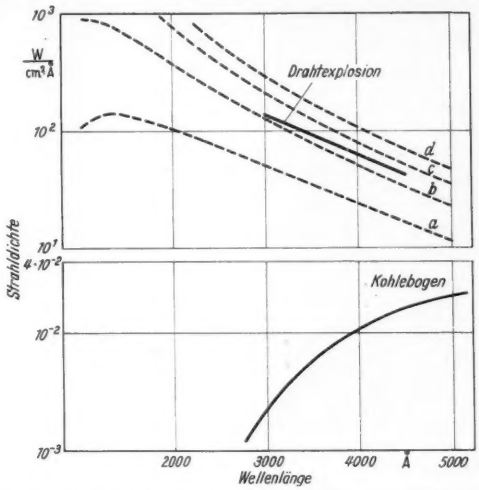


Fig. 1. Die Strahldichte $B_{e\lambda}$ einer Drahtexplosion als Funktion von λ [zum Vergleich einige Strahldichten des schwarzen Körpers (gestrichelt) bei *a* 20000, *b* 30000, *c* 40000, *d* 50000 °K und die Strahldichte des Normalkohlebogens]

absoluten Strahlungsleistung stützen können, die doch offenbar mit der Plasmatemperatur entscheidend verknüpft ist. Es soll hier in vorläufiger Form über Messungen der absoluten spektralen Strahldichteverteilung von Drahtexplosionen und die sich daraus ergebenden Temperatur- und Druckaussagen berichtet werden.

Fig. 1 zeigt die Strahldichteverteilung einer Drahtexplosion auf einem Achsenstrahl senkrecht zur Entladungsachse im zeitlichen Strahlungsmaximum in Luft bei Atmosphärendruck (Kapazität 1,5 μF, Ladespannung 50 kV, Eigenfrequenz

des Kreises 150 kHz, Drahtdurchmesser 0,03 mm, Drahtlänge 7,5 cm). Auf Grund der gleichfalls eingezeichneten Strahldichtekurven des schwarzen Körpers läßt sich sofort für die Temperatur des Plasmas eine untere, triviale Grenze von 35000° K ablesen.

Die Ermittlung des relativen örtlichen Temperaturverlaufes führt weiter. Die Entladung bildet in geometrisch-optischer Hinsicht einen gleichmäßigen und gut reproduzierbaren Zylinder, wenn ein Drahtdurchmesser von weniger als 0,05 mm verwendet wird. Infolgedessen ist es möglich, auch Strahldichtewerte miteinander zu vergleichen, die auf Achsenstrahlen gemessen werden, welche nicht nur senkrecht zur Entladungsachse liegen, sondern mit ihr verschiedene Winkel bilden. Dadurch wird, ähnlich wie bei astrophysikalischen Mitte-Rand-Messungen, allein die optische Schichtdicke τ_0 bei gleichbleibender relativer Verteilung aller anderen Entladungsparameter um einen bestimmten Faktor vergrößert. Dieses Verfahren liefert zusammen mit der Theorie von BARTELS[3]) über die Emission aus inhomogener Schicht neben der optischen Schichtdicke τ_0 bestimmte Aussagen über die relative Verteilung der Ergiebigkeit $J_v = \varepsilon_v/\varkappa$ (ε_v = Emissionskoeffizient, $\varkappa$ = Absorptionskoeffizient). Da unter der Voraussetzung einer örtlich einheitlichen Korpuskeltemperatur *) J_v in bekannter Weise mit der Temperatur verknüpft ist, läßt sich damit eine neue untere Grenze für die Achsentemperatur festlegen, die nur wenig von der wirklichen Temperatur abweichen kann. Für die schon oben gekennzeichnete Drahtexplosion wurde die Achsentemperatur zu 55000° K bestimmt.

Auf eine genaue Beschreibung dieser Anwendung der Theorie von BARTELS für ein spektrales Kontinuum soll in diesem Rahmen nicht eingegangen werden. Es sei jedoch betont, daß bei der Temperaturermittlung neben den oben erwähnten, gemessenen absoluten Strahldichteverteilungen und der Voraussetzung einer örtlich einheitlichen Korpuskeltemperatur mit radial stetig abfallender Ergiebigkeit **) *keinerlei* Kenntnisse über die Emissions- und Absorptionsmechanismen im Plasma notwendig sind.

Spezielle Annahmen darüber führen allerdings weiter. Zwei Tatsachen sind dabei hervorzuheben: Einmal strahlt die Drahtentladung im zeitlichen Maximum ein vollkommen kontinuierliches Spektrum aus, das nur durch wenige feine Absorptionslinien unterbrochen wird. Des weiteren ist die Gesamtemission $\int_{-R}^{+R} \varepsilon_v \, dx$ (R = Entladungsradius) im Rahmen der Meßgenauigkeit *unabhängig* von der Wellenlänge, wie sich nach der Theorie von BARTELS leicht aus den gemessenen Werten der Strahldichte und τ_0 berechnen läßt. Dies legt nahe, einen Emissions- und Absorptionsmechanismus nach der Theorie von KRAMERS-UNSÖLD anzunehmen. Aus Spektralaufnahmen unter verschiedenen Bedingungen und anderen Untersuchungen geht hervor, daß bei Verwendung sehr dünner Drähte die Drahtmenge im Plasma gegenüber der beteiligten Luftmenge eine untergeordnete Rolle spielt. Der Vorgang der Drahtexplosion ist daher eigentlich mehr als *Lufttunke* mit speziellen Zündbedingungen aufzufassen. Das erlaubt, die Theorie von KRAMERS-UNSÖLD allein auf ein Stickstoffplasma und nicht auf ein Gasgemisch anzuwenden ***).

Es soll hier nur das Ergebnis mitgeteilt werden. Für die schon oben als Beispiel herangezogene Drahtexplosion ergibt sich über $^3/_4$ des Entladungsdurchmessers annähernd die gleiche Temperatur von

$$T = 63000^\circ \text{ K} \pm 12\%.$$

Am Rand ist dementsprechend der Temperaturabfall ziemlich steil. Der Druck hat über den gesamten Plasmakanal einen konstanten Wert von

$$P = 135 \text{ atm} \pm 10\%.$$

Diese Ergebnisse werden durch Abschätzungen bestätigt, die mit der gemessenen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Entladungsrandes und der Stoßwellentheorie möglich sind.

Zum Schluß sollen noch einige Bemerkungen zur eigentlichen Strahldichtemessung angefügt werden. Es wurde das spektralphotometrische Verfahren angewendet, wobei als Vergleichsstandard der Kohlebogenkrater[4]) und als Schwächungsmittel Reflexionsfilter dienten. Fig. 1 zeigt, daß bei einem Vergleich zwischen den Strahldichten des Kohlebogens und der Drahtexplosion teilweise bis zu 5 Größenordnungen überbrückt werden mußten. Das war nur über Zwischennormale möglich. Dazu eignete sich die Quecksilberhöchstdrucklampe HBO 200, die einmal stationär betrieben und zum anderen durch verschieden starke Kondensatorstoßentladungen kurzzeitig hochgeheizt wurde, wie es GÖING[5]) beschrieben hat. Genaue Messungen liegen jetzt von MEIER[6]) darüber vor. Die Eichung der Zwischennormale und der Anschluß der Drahtexplosion konnten in einer Apparatur durchgeführt werden, die aus einer Kombination der Zeitlupenanordnung nach GÖING[5]) und des kinematographischen Verfahrens von BARTELS und EISELT[7]) bestand.

Eine eingehende Darstellung soll demnächst in der „Zeitschrift für Physik" erscheinen.

Hannover, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule

RUDOLF BEUCHELT und EDGAR BÖHM

Eingegangen am 13. August 1957

*) Dies kann auf Grund von Untersuchungen an ähnlichen Stoßentladungen über Quecksilberhöchstdrucklampen als erfüllt angesehen werden.

**) Auch diese Voraussetzung ist sicher erfüllt.

***) Der Einfluß des geringen Sauerstoff- und Kupfergehaltes liegt innerhalb der Fehlergrenzen.

[1]) ANDERSON, J. A.: Astrophysic. J. **51**, 37 (1920). — [2]) Literaturzusammenstellung bei EISELT, B.: Z. Physik **132**, 54 (1952). — [3]) BARTELS, H.: Z. Physik **127**, 243 (1950); **128**, 546 (1950); **136**, 411 (1953). — [4]) EULER, J.: Ann. Physik (6) **14**, 145 (1954). — [5]) GÖING, W.: Naturwiss. **37**, 558 (1950). — [6]) MEIER, H.: Z. Physik **149**, 40 (1957). — [7]) BARTELS, H., u. B. EISELT: Optik **6**, 56 (1950).

Winkel- und Energieverteilung der Photoprotonen aus dem Prozeß $A^{40}(\gamma, p)\,Cl^{39}$

Mit der Bremsstrahlung eines 15 MeV-Betatrons wurde der (γ, p)-Prozeß am Argon dicht oberhalb der Schwelle mit einer Wilsonkammer untersucht. Ein 4 msec nach dem Ende jeder Expansion eingeschossener γ-Strahl-Impuls löste im Kammergas Photoprotonen aus, deren Spuren dann weitere 7 msec später stereoskopisch photographiert wurden. Durch Rückprojektion der Bilder wurden 1218 bzw. 597 Spuren für die Winkel- bzw. Energieverteilung ausgemessen. Zur Eichung der Energieskala dienten die in einer geringen Luftbeimischung erzeugten 0,584 MeV-Protonen aus der Reaktion $N^{14}(n_{th}, p)\,C^{14}$. Hierbei stammten die Neutronen aus dem (γ, n)-Prozeß am Deuterium in einem D_2O-Target des Betatrons.

Die Energieverteilung zeigt schmale Maxima bei Protonenenergien von $(0{,}713 \pm 0{,}01)$ MeV und $(0{,}837 \pm 0{,}01)$ MeV. Es finden sich keine Protonen einer Energie kleiner als 0,6 MeV und bis auf wenige Ausnahmen keine mit einer Energie größer als 1,75 MeV. Bezeichnet man mit ϑ den Winkel zwischen dem γ-Strahl und der Richtung des emittierten Protons, so ist die Winkelverteilung von der Form $I(\vartheta) = 0{,}031 + \sin^2\vartheta$.

Diese nahezu reine $\sin^2\vartheta$-Verteilung läßt folgende Deutungen zu: Nach der Theorie des direkten Photoeffekts von COURANT[1]) ist sie nur zu verstehen, wenn das Photoproton aus der $S_{\frac{1}{2}}$-Schale des A^{40}-Kerns stammt. Dann müßte nach dem Schalenmodell der Cl^{39}-Kern in einem $S_{\frac{1}{2}}$-Zustand zurückbleiben, nämlich in der Protonenkonfiguration $(2\,S_{\frac{1}{2}})^1(1\,d_{\frac{3}{2}})^2$. Nimmt man dagegen an, daß durch elektrische Dipolabsorption ein Compoundkern mit definiertem Spin J entsteht und setzt man ferner LS-Kopplung im Kern voraus, so folgt aus der gemessenen Winkelverteilung für den Spin des Restkerns ebenfalls der Wert $\frac{1}{2}^+$. Nach dem Schalenmodell kann man daraus wieder auf die Ablösung eines Protons aus der $S_{\frac{1}{2}}$-Schale des A^{40}-Kerns schließen. Die Tatsache, daß dieser Vorgang offenbar schon dicht oberhalb der Schwelle von 12,4 MeV maßgebend ist, widerspricht der Vorstellung von SPICER[2]), nach der die fester gebundenen $S_{\frac{1}{2}}$-Protonen erst durch eine Quantenenergie oberhalb 16 MeV abgelöst würden und somit für den Anstieg des Wirkungsquerschnittes[3]) bei dieser Energie verantwortlich seien. Nun sollte man bei Energien dicht oberhalb der Schwelle einen bevorzugten Übergang in den Grundzustand des Restkerns erwarten. Der Spin des Grundzustandes ergab sich jedoch aus β-Zerfallsmessungen[4]) eindeutig zu $\frac{3}{2}^+$. Demnach müssen die beobachteten Prozesse vorwiegend zu einem angeregten Zustand des Restkerns mit dem Spin $\frac{1}{2}^+$ führen. Die Lage des vermuteten Niveaus kann man angenähert folgendermaßen abschätzen: Die Energieverteilung bricht bei 1,75 MeV Protonenenergie ziemlich scharf ab. Nach der Grenzenergie des Betatrons von 15 MeV und der berechneten Schwelle von 12,4 MeV sollte dieser Fall aber erst bei 2,6 MeV Protonenenergie eintreten. Der angeregte Zustand des Cl^{39}-Kerns sollte daher etwa 0,8 MeV über dem Grundzustand liegen.

Eine ausführliche Veröffentlichung soll in Kürze erscheinen.

Herrn Prof. Dr. O. HAXEL danken wir für die Anregung zu dieser Arbeit und seine stets fördernde Hilfe. Besonderen

Dank schulden wir Herrn Prof. Dr. J. BECKER, der es uns ermöglichte, die Messungen am Betatron des Czerny-Krankenhauses der Universität Heidelberg durchzuführen. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für die Bereitstellung apparativer Hilfsmittel.

II. Physikalisches Institut der Universität, Heidelberg

F. GUDDEN und J. EICHLER

Eingegangen am 6. August 1957

[1]) COURANT, E. D.: Physic. Rev. **82**, 703 (1951). — [2]) SPICER, B. M.: Physic. Rev. **100**, 791 (1955). — [3]) MCPHERSON, D., E. PEDERSON u. L. KATZ: Canad. J. Physics **32**, 593 (1954). — [4]) PENNING, J. R. et al.: Physic. Rev. **104**, 740 (1956).

Oberflächen- und Raumladungseffekte in keramischem Bariumtitanat

Das Intensitätsverhältnis $I_{(200)}:I_{(002)}$, gemessen mit Cu-K_α- und Cr-K_α-Röntgenstrahlung bei Zimmertemperatur an ebenen keramischen Proben, hängt in starker Weise von der Oberflächenbehandlung ab. Während dieses Verhältnis an unbehandelten Proben im Mittel den Wert $1{,}88 \pm 0{,}03$ aufwies, ergab sich nach Schleifen eine Abnahme um 47 bis 75%, je nach der Dauer und Intensität der Schleifbehandlung. Schleifen bei 160° C, also oberhalb der Curie-Temperatur, hatte denselben Effekt. Die durch Schleifen bewirkten niedrigen Intensitätsverhältnisse wiesen keine zeitlichen Änderungen auf, selbst Wärmebehandlung über $3^1/_2$ Std bei 650° C bewirkte nur eine relativ kleine Erholung. Dagegen wurde durch Erhitzen auf 820° C der Ausgangszustand völlig wiederhergestellt. Ätzen der $BaTiO_3$-Oberfläche mit HCl führte zu einer ähnlichen Abnahme des Verhältnisses $I_{(200)}:I_{(002)}$ wie Schleifen. Auch in dieser Versuchsserie wurde eine Behandlung oberhalb der Curie-Temperatur vorgenommen. Da die Curie-Temperatur von reinem $BaTiO_3$ hierfür zu hoch war, wurden $Ba,SrTiO_3$-Mischkristalle mit einer Curie-Temperatur von 97° C verwendet; die Probe wurde 5 min bei 110° C in siedender Salzsäure behandelt. Das danach bei Zimmertemperatur gemessene Intensitätsverhältnis war 0,88.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde die Oberfläche von keramischem $BaTiO_3$ mit UV-Strahlung (3650 Å) bestrahlt und das Intensitätsverhältnis $I_{(200)}:I_{(002)}$ vor, während und nach der UV-Bestrahlung mit Röntgenstrahlen gemessen. Der Mittelwert von 8 Messungen mit CuK_α-Strahlung während einer 24stündigen UV-Bestrahlung war $1{,}75 \pm 0{,}014$, entsprechend einer Abnahme von 7%. Der Mittelwert von 11 Messungen mit CrK_α-Strahlung während einer UV-Bestrahlung von 10 Std Dauer war $1{,}60 \pm 0{,}01$, entsprechend einer Abnahme von 15%. Die Dauer der Röntgenbestrahlung betrug in jedem Fall nur wenige Minuten. Die Erholung der Proben nach der UV-Bestrahlung erfolgte sehr schnell, selbst bei Zimmertemperatur.

Die Tatsache, daß in jeder Versuchsreihe die Summe der beiden Intensitäten annähernd konstant blieb, legt es nahe, die beobachteten Effekte als Domänen-Umklappung zu deuten. Solche Umklappungen werden entweder durch mechanische Spannungen oder durch elektrische Felder bewirkt. Als Hauptursache kommen hier wohl elektrische Felder senkrecht zur Oberfläche in Frage. Es ist bekannt, daß in Ionenkristallen Felder dieser Art von beträchtlicher Feldstärke bestehen, hervorgerufen durch eine Raumladung in der Oberflächenschicht[1]). KÄNZIG[2]) hat diese Felder zur Erklärung der von ihm an sehr kleinen $BaTiO_3$-Kristallen beobachteten Anomalien herangezogen. Im vorliegenden Fall würde die Existenz solcher Felder an der makroskopischen Oberfläche der keramischen Proben zunächst die Tatsache erklären, daß das Intensitätsverhältnis $I_{(200)}:I_{(002)}$ an unbehandelten Proben immer kleiner als 2, im Mittel zu 1,88, gefunden wurde, während der theoretische Wert 2 ist. Die Raumladung in den unbehandelten Proben ist gleichmäßig über die gesamte Oberfläche verteilt, und die elektrischen Felder existieren nur in der Raumladungsschicht selbst, die eine Tiefe von etwa 0,1 μ hat. Wenn aber durch Schleifen, Ätzen oder Bestrahlung die gleichmäßige Verteilung der Raumladung gestört wird oder einseitig neue Oberflächenladungen erzeugt werden, können auch in tieferen Schichten beträchtliche Felder auftreten. Von dieser Art sind offenbar die Felder, die die Domänenumklappungen in der von den Röntgenstrahlen erfaßten Oberflächenschicht von 5 μ Dicke bewirken.

Die Existenz der Oberflächenfelder und ihre Verstärkung durch Ätzen kann zur Erklärung der Ergebnisse von HOOTON und MERZ[3]) und CAMPBELL und STIRLAND[4]) über den Unterschied im Angriff des Ätzmittels an der positiven und negativen (001)-Fläche von tetragonalen $BaTiO_3$-Kristallen herangezogen werden. An der einen Seite sind die Dipole in der Richtung des Oberflächenfeldes orientiert, auf der anderen entgegengesetzt. Der Unterschied in der potentiellen Energie bewirkt den Unterschied in der Lösungsgeschwindigkeit der beiden Flächen im Ätzmittel.

Die vorliegende Untersuchung, die fortgeführt wird, wurde unterstützt von der Sprague Electric Co. in North Adams, Mass. USA, was hiermit dankend anerkannt wird.

Department of Ceramic Technology, the Pennsylvania State University, University Park Pa., USA

W. R. BÜSSEM und E. C. SUBBARAO

Eingegangen am 21. August 1957

[1]) LEHOVEC, K.: J. Chem. Phys. **21**, 1123 (1953). — [2]) KÄNZIG, W.: Phys. Rev. **98**, 549 (1955). — [3]) HOOTON, J. A., u. W. J. MERZ: Phys. Rev. **98**, 409 (1955). — [4]) CAMPBELL, D. S., u. D. J. STIRLAND: Brit. J. Appl. Phys. **7**, 62 (1956).

Die intrafibrilläre Maschenstruktur des Kollagens

Bei genügend dünnen und kontrastreichen Schnitten durch fixiertes Sehnengewebe gelingt es, besonders leicht bei dicken Fibrillen, die elektronenoptisch sichtbare Querstreifung (Periode: 640 Å) gleichzeitig an der Fibrillenober- und -unterseite wegzuschneiden[1]). Durch den Fortfall der für die Untersuchung des Fibrilleninneren sehr störenden Querstreifen lassen sich, ebenso wie auch in Fibrillenquerschnitten, intrafibrilläre, durch Kontrastmittel stärker anfärbbare, meist sehr dünne Filamente nachweisen, die an zahlreichen Stellen miteinander in Verbindung treten.

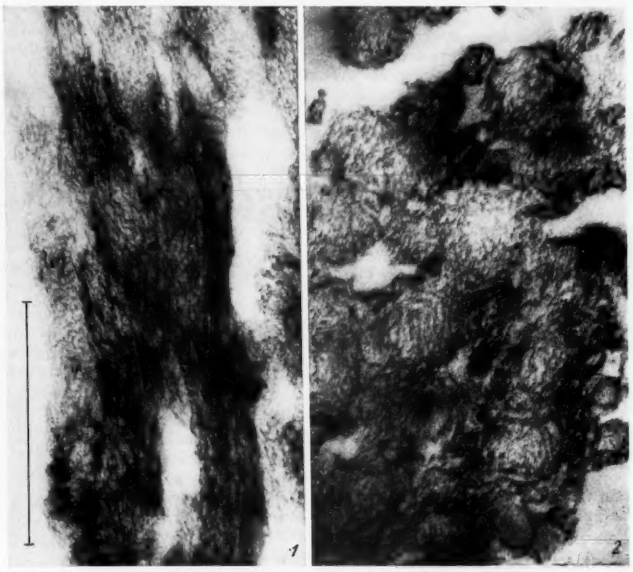


Fig. 1 u. 2. Intrafibrilläre Maschenstruktur des Kollagens. Stablänge: 1 μ. Fig. 1: Längsschnitt. Fig. 2: Querschnitt

Die Deutung dieser Befunde führte zu dem Schluß, daß hier ein dreidimensionales Maschenwerk vorliegt, bei dem die größten Maschendurchmesser vorwiegend in Richtung der Fibrillenachse orientiert sind. Dieses Maschenwerk ist in eine weniger elektronendichte, unstrukturiert erscheinende, provisorisch als „Füllsubstanz" bezeichnete Masse eingebettet. Der relativ große Anteil der Füllsubstanz und der viel geringere der Maschenfilamente ließen jeden Versuch mißlingen, das Maschenwerk in seiner vollen intrafibrillären Ausdehnung durch eine „Anfärbung" darzustellen. Um dies zu erreichen, wurde daher folgender Weg beschritten: Eine aus der Achillessehne des Rindes herauspräparierte und in der Mitte vorsichtig mehrfach längsgeschlitzte Sehnen*faser* (Durchmesser etwa $^1/_2$ mm)

wurde, nachdem an beiden Faserenden je ein Zwirnfaden befestigt war, in ein Wasserbad (etwa 60° C) gebracht. Ein Faden wurde am Boden des Wasserbades befestigt, der andere zu einer kleinen, durch einen Motor getriebenen Exzenterscheibe geführt. Die Einstellung wurde so vorgenommen, daß der Exzenter kurz vor seinem oberen Umkehrpunkt die Sehne etwa 10mal in der Sekunde ruckartig anspannte und sofort wieder entlastete. Nach 1 Std wurde die Sehne mit 1% isotonischer Osmiumsäure fixiert und in der Alkoholreihe entwässert, schließlich in flüssiges Plexiglas eingebettet und nach der Polymerisierung auf einem Ultramikrotom geschnitten.

Die elektronenoptisch untersuchten Dünnschnitte (Fig. 1 und 2) ergaben, daß das Maschenwerk klar und kontrastreich erkennbar war. Teilweise fanden sich noch gut erhaltene Reste der ursprünglichen Querstreifung. Auch dort, wo diese nicht ohne weiteres auffiel, ließen sich identische Strukturen leicht herausfinden, wenn die Bilder mit der in den Zirkel genommenen Periodenlänge abgesucht wurden. Wird die Exzenterbewegung früher, etwa nach $^1/_4$ oder $^1/_2$ Std, unterbrochen, ist gut erkennbar, daß sich bei schon deutlich sichtbarem Maschenwerk eine strukturlose Substanz nestartig zwischen den Fibrillen ansammelt. Hiernach ist anzunehmen, daß sich die „Füllsubstanz" — wenigstens teilweise — aus den Fibrillen herauslöst und durch die pumpenartig wirkenden ruckartigen Anspannungen aus der Sehnenfaser entfernt wird. Die auffällig starke Kontrastierung läßt es aber auch als möglich erscheinen, daß sich ein (bestimmter?) Teil der „Füllsubstanz" auf den Maschenfilamenten niederschlägt. Es ist schließlich denkbar, daß nach der Entfernung der „Füllsubstanz" eine stärkere Anlagerung der Schwermetalle an die nun freigelegten Filamente erfolgen kann.

Wir möchten annehmen, daß es sich bei dem Maschenwerk um die die positive Doppelbrechung bewirkende Micellarstruktur der Kollagenfibrillen handelt, die aus polarisationsoptischen Untersuchungsergebnissen schon lange angenommen wurde.

Die Bedeutung des Aufbaues der Kollagenfibrille (dreidimensionales Maschenwerk, eingebettet in unstrukturierte Substanz) ist von der Funktion her zu verstehen: Die Sehne hat 1. Zugkräfte zu übertragen und muß sich 2. variablen Zugrichtungen anpassen können. Die kraftschlüssige Verbindung ist dem Maschenwerk und die hohe Biegsamkeit der zwischengelagerten „Füllsubstanz" zuzuschreiben. Es handelt sich um ein Bauprinzip, das in ähnlicher Form auch in der Technik angewandt wird.

Die Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Physiologisches Institut und Zentrallaboratorium für Angewandte Übermikroskopie der Universität, Bonn

E. Kuhnke

Eingegangen am 9. August 1957

[1]) Kuhnke, E., u. K. E. Wohlfarth-Bottermann: Electron Microscopy Proceedings, S. 223. Stockholm: Almquist u. Wiksell 1956.

Beitrag zur Konstitution des Systems Titan-Gallium

Über das System Titan-Gallium war bisher nur bekannt[1]), daß eine intermediäre Phase $TiGa_3$ existiert, die im tetragonalen $TiAl_3$ ($D0_{22}$)-Typ kristallisiert. Wegen der chemischen Verwandtschaft des Galliums zu dem als Legierungselement in technischen Titanlegierungen wichtigen Aluminium haben wir den Phasenaufbau titanreicher Titan-Gallium-Legierungen im Temperaturbereich bis zu 1100° C metallographisch und röntgenographisch untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchung sind im Teilzustandsbild (Fig. 1) eingetragen.

Wie in den Systemen Titan-Aluminium und Titan-Indium[2]) wurde auch hier um 75 at.-% Ti eine geordnete hexagonale Phase (α_2) mit Mg_3Cd ($D0_{19}$)-Struktur (Überstruktur der hexagonal dichtesten Packung des α-Titans) gefunden. Die Gitterkonstanten sind $a = 5{,}76$ Å, $c = 4{,}64$ Å, c: $a/2 = 1{,}61$ bei 24 at.-% Ga. Die (bei der geringen Differenz im Streuvermögen wie erwartet schwachen) Reflexe der Überstruktur 011, 110, 012, 112 und 121 waren sowohl bei Verwendung von Kobalt- als auch von Kupfer-Strahlung deutlich zu sehen. Für die Mikrohärte der α_2-Phase mit 24 at.-% Ga wurden in Körnern verschiedener Orientierung Werte zwischen 400 und 500 kg/mm² gemessen.

Galliumzusätze erniedrigen die Gitterkonstanten und erhöhen das Achsverhältnis im α-Mischkristallbereich. Die α/β-Umwandlung des Titans wird zu höheren Temperaturen verschoben.

Ein Überblick über die Beeinflussung der α/β-Umwandlung des Titans durch metallische Elemente der 3b- und 4b-Gruppen zeigt, daß sich Elemente, die in der gleichen Periode stehen, analog verhalten. Aluminium und Gallium sowie Germanium erhöhen, Indium sowie Zinn und Blei erniedrigen die Umwandlung. Der Wechsel wird somit nicht durch das Auftreten von d-Elektronen bewirkt, sondern findet erst eine Periode später statt [vgl. hierzu P. C. L. Pfeil[3])].

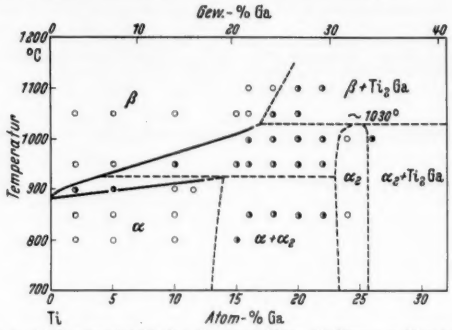


Fig. 1. Teilzustandsbild des Systems Titan-Gallium. ○ Einphasig. ◑ Zweiphasig

Über die Existenz der im Zustandsbild (Fig. 1) auftretenden Phase Ti_2Ga vom hexagonalen Ni_2In (aufgefüllter NiAs) Typ ist schon berichtet worden[4]). Ein Vorschlag für die Ortskorrelation der Außenelektronen bei diesem Typ ist kürzlich von Schubert und Esslinger[5]) gemacht worden.

Eine ausführliche Mitteilung wird in der Zeitschrift für Metallkunde erscheinen.

Metall-Laboratorium der Metallgesellschaft AG., Frankfurt a. M.

Kurt Anderko und Ulrich Zwicker

Eingegangen am 8. August 1957

[1]) Wallbaum, H. J.: Z. Metallkunde **34**, 118 (1942). — [2]) Anderko, K., K. Sagel u. U. Zwicker: Z. Metallkunde **48**, 57 (1957). — [3]) Pfeil, P. C. L.: A Discussion of the Factors affecting the constitution of Zirconium [and Titanium] alloys, A.E.R.E. Report M/R 960, Harwell (England), 1952. — [4]) Anderko, K.: Naturwiss. **44**, 88 (1957). — [5]) Schubert, K., u. P. Esslinger: Z. Metallkunde **48**, 193 (1957).

Photochemische Bildung von Aminosäuren aus Mischungen einfacher Gase

Durch die Versuche von St. L. Miller[1]) war gezeigt worden, daß in einer reduzierenden Gasmischung aus Wasserstoff, Methan, Ammoniak und Wasserdampf durch die Wirkung elektrischer Entladungen zahlreiche organische Verbindungen, vor allem Aminosäuren, gebildet werden können. Diese Versuche, die zugleich eine Stütze für die von O. P. Oparin[2]), W. Kuhn[3]) und H. C. Urey[4]) entwickelten Vorstellungen über die Entwicklung der Erdatmosphäre bildeten, sind von mehreren Forschern[5]), [6]) und auch von uns bestätigt und erweitert worden. Schon Miller weist darauf hin, daß die Lichtenergie unterhalb von 2500 Å, welche der Erde jetzt von der Sonne zugestrahlt wird, etwa 650 cal/cm²/a beträgt, während die Energie elektrischer Entladungen in der Atmosphäre nur etwa 1 cal/cm²/a ist. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß photochemische Umsetzungen in der Uratmosphäre der Erde, die keinen freien Sauerstoff enthielt, eine wichtige Rolle für die „Ursynthese" einfacher organischer Verbindungen gespielt haben, welche die Grundbausteine der Biochemie bildeten.

Aus diesem Grunde haben wir frühere Versuche mit H. Suess[7]) wieder aufgenommen, die zu einer Zeit ausgeführt wurden, als von geologischer Seite aus der Zusammensetzung der Erdrinde und vulkanischer Exhalationen geschlossen wurde, daß die Erdatmosphäre in den ersten Stadien ihrer Bildung außer aus Wasserstoff im wesentlichen aus Kohlendioxyd und Wasserdampf bestand; durch Einstrahlung der Resonanzwellenlängen des Xenons bei 1470 Å und 1295 Å gelang es, in Mischungen von Kohlendioxyd und Wasserdampf gleichzeitig Aldehyde und freien Sauerstoff zu erzeugen.

Zunächst wurden sensibilisierte Reaktionen mit Hilfe einer Quecksilber-Resonanzlampe und Quecksilberdampf als Sensibilisator ausgeführt. Mischungen von CH_4, NH_3, H_2 und

H_2O-Dampf ergaben keine Reaktionsprodukte, da der Wirkungsquerschnitt der CH_4-Molekel gegenüber angeregten Quecksilberatomen äußerst gering ist und H-Atome bzw. freie Radikale sie nur wenig angreifen. Wird das Methan durch Äthan ersetzt, so ergeben sich — sowohl mit als auch ohne Hg-Dampf als Sensibilisator — große Mengen von organischen Substanzen, z.B. eine Reihe von Aminen, einfache Aminosäuren wie Glykokoll und Alanin und höhere Aminosäuren.

Bei den direkten photochemischen Versuchen wurden die Resonanzwellenlängen des Xenons (1470 und 1295 Å) und des Kryptons (1235 und 1165 Å) verwendet; für die Krypton-Resonanzwellenlängen sind Lithiumfluoridfenster als optisches Material erforderlich, die ihre Durchlässigkeit infolge der Wirkung der auftreffenden Ionen und Elektronen und der intensiven ultravioletten Strahlung schnell verlieren. Die Belichtungen wurden in einer Kreislaufapparatur durchgeführt, deren Temperatur an allen Stellen mindestens 55° C betrug, um einen genügend hohen Wasserdampfpartialdruck zu erreichen. Die Partialdrucke betrugen: CH_4: 400 mm Hg, NH_3: 150 mm Hg, H_2O: 100 mm Hg; die Entladung wurde 24 Std mit 50 Amp. betrieben; die Menge der emittierten Quanten betrug $1-2 \cdot 10^{16}$ Quanten/sec. Die Menge der photochemisch gebildeten Reaktionsprodukte ist außerordentlich gering, so daß bisher nur Glykokoll und Alanin mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten. Die Versuche zur Identifizierung weiterer Aminosäuren werden mit einer verbesserten Apparatur fortgesetzt.

Die bisherigen Versuche zeigen, daß die bei den Millerschen Versuchen beobachtete eindeutige Tendenz zur Bildung von Aminosäuren aus Gasmischungen auch bei der Photolyse von Mischungen vom Methan, Ammoniak und Wasserdampf besteht; sie bilden deshalb eine weitere Stütze für die Annahme einer reduzierenden Atmosphäre der Erde in ihren früheren Stadien.

Die Durchführung der Versuche, welche an anderer Stelle näher beschrieben werden, wurde durch Mittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Geophysical Research Directorate ermöglicht.

Institut für Physikalische Chemie der Universität, Bonn
WILHELM GROTH und HANNS VON WEYSSENHOFF

Eingegangen am 21. August 1957

[1]) MILLER, ST. L.: J. Amer. Chem. Soc. **77**, 2351 (1955). — [2]) OPARIN, O. P.: Die Entstehung des Lebens auf der Erde. Autor. deutsche Übersetzung. Berlin u. Leipzig 1949. — [3]) KUHN, W.: Chem. Ber. **89**, 303 (1956). — [4]) UREY, H. C.: The Planets, their Origin and Development. London: Oxford University Press 1952. — [5]) RATHSACK, H. A.: Z. physik. Chem., Leipzig **206**, 285 (1957). — [6]) HEYNS, K., W. WALTER u. E. MEYER: Naturwiss. **44**, 385 (1957). — [7]) GROTH, W., u. H. SUESS: Naturwiss. **26**, 77 (1938).

2-Mercapto-benzimidazole and 2-Mercapto-benzothiazole as Analytical Reagents. Estimation of Palladium

The reagents 2-mercapto-benzimidazole (I) and 2-mercapto-benzothiazole (II) were introduced by KURAS[1]) for the determination of Cu, Cd, Bi, Pb, Ag, Hg etc. Subsequently, STEIGMANN[2]) used the former reagent for the detection of palladium and the compound formed from the hydrochloric acid solution was found not to be of any definite composition. The latter reagent was utilised by UBALDINI and NEBBIA[3]) for the precipitation of rhodium and palladium in presence of platinum.

The applicability of both the reagents for the determination of palladium had been critically studied. As both the reagents are highly insoluble in acid medium it is difficult to carry out the determination of palladium at a low p_H. A study of the effect of p_H and complexing agents reveals that the reagent (I) at a p_H between 5.0 and 10.1 and (II) at a p_H 5.6 and 10.2 quantitatively precipitate palladium and the complexes formed by the reagents are unaffected by potassium iodide, tartrate, citrate and complexone-III. Thiosulphate in limited amount does not interfere at a p_H 5.5 to 7.0. The compound with (I) when dried at 110° C has the composition $Pd(C_7H_5N_2S)_2$ (% Pd calc. 26.3; found 26.34; % S calc. 15.8; found 15.87) and that with (II) at 110° C is $Pd(C_7H_4NS_2)_2$ (% Pd calc. 24.3; found 24.26; % S calc. 29.15; found 29.20).

In presence of a mixture of tartrate or citrate and complexone III both the reagents are highly helpful in the separation of palladium from alkalis, alkaline earths, Mg, Fe^{+3}, Cr, Th, Zr, Ti, UO_2^{+2}, Be, rare earths, Ce^{+3}, Zn, Mn, Co, Ni, Pb, Bi, Sb, As, Sn^{+4}, Ti^{+1}, Cu^{+2}, Cd, Ir^{+4}, Rh^{+3}, Ru^{+3}, Os^{+4}, CrO_4^{-2}, MoO_4^{-2}, WO_4^{-2}, VO_3^{-1}, PO_4^{-3} and AsO_4^{-3}. Silver and mercury are kept in solution by potassium iodide, while thiosulphate forms a soluble complex with gold when present in a limited quantity.

The only ions that interfere with the estimation of palladium are Pt^{+4}, Sn^{+2} and CN^{-1}.

The precipitates obtained by either of the reagents after separation may be weighed for the gravimetric determination of palladium or may be dissolved in an excess of standard cyanide solution and determined volumetrically by titrating the excess cyanide with standard silver nitrate[4]).

Details of the methods will be published elsewhere.

Jadavpur University, Calcutta-23, India
A. K. MAJUMDAR and M. M. CHAKRABARTTY

Eingegangen am 29. August 1957

[1]) WELCHER, F. J.: Organic Analytical Reagents, vol. IV, p. 127, 109. New York: D. Van Nostrand Co. 1948. — [2]) STEIGMANN, A.: J. Soc. Chem. Ind. **62**, 42 (1943). — [3]) UBALDINI, I., and L. NEBBIA: Ann. Chim. appl. **38**, 241 (1948). — [4]) MAJUMDAR, A. K., and M. M. CHAKRABARTTY: Z. analyt. Chem. **156**, 103 (1957).

The Reaction of Vanadate with Diphenylcarbazide

In the well-known chromate-diphenylcarbazide reaction for the estimation of chromium[1]), vanadium appears to be the most persisting interfering element. V^{+5} gives with diphenylcarbazide a similar red-violet color as with chromium in neutral or faintly acidic medium, but with higher concentration of the acid the color becomes intense yellow or brown. For the color reaction of vanadate in faintly acidic medium both diphenylcarbazide and diphenylcarbazone[2]) (m.p. 127°C) are effective. As in the case of the chromate-diphenylcarbazide system[3]), the possibility of a redox reaction coupled with complex formation seems to exist. Thus the reactions of tetravalent vanadium (VO^{+2}-vanadyl) with diphenylcarbazide and diphenylcarbazone were tested for and were found to be negative in the first case, but positive for the second in slightly acidic medium (p_H 4 to 5). The conclusion seems inevitable that the color-forming constituents in the reaction are vanadyl ion, on the one hand, and diphenylcarbazone, on the other.

Though repeated attempts to isolate the pure chromium-diphenylcarbazone complex were unsuccessful, the vanadyl-diphenylcarbazone complex could be successfully isolated in the pure state from a mixture of an alcoholic solution of diphenylcarbazone (1.5 g in 120 ml) and an aqueous solution of ammonium vanadate (0.55 g in 40 cm^3) acidified with 2 ml of N/10 H_2SO_4. The mixture was stirred thoroughly, allowed to stand for an hour and finally diluted to 2 litres with water, when the solution became turbid. The precipitate was allowed to stand for several days (5 to 7), filtered, washed with water and finally recrystallised from alcohol. The product was obtained in the form of minute black-violet crystals soluble in organic solvents such as alcohol, chloroform, benzene, etc. It is stable when dry, but in neutral or alkaline solution, the color vanishes within a day or two. In presence of a little free acid, the compound is less rapidly decomposed. It is insoluble in water, but is soluble in aqueous alkali (N/10) being reprecipitated on acidification. In alkaline solution the violet color changes to red.

The spectra of the solid vanadyl-carbazone complex and that of vanadate-diphenylcarbazide mixtures are identical (absorption maxima at 530 to 535 mμ) indicating that the solid product is the same as the red-violet complex in solution. The behaviour of the vanadium complex on an alumina column was rather interesting. The compound in alcohol on passing through the column was completely adsorbed on alumina and the eluate coming out was colorless indicating the presence of free polar groups[4]) in the molecule.

Analysis of the solid product indicated a ratio of V: diphenylcarbazone = 1:2, the product crystallising with 2 molecules of water, which, however, are lost on drying in vacuum over sulphuric acid, thus corroborating the formation of the vanadyl-carbazone chelate.

Results. Air dried product: found V 8.6, N 19.22%; calc. V 8.76, N 19.28%; V:N = 1:8. — Vacuum dried product: found V 9.2, N 20.19%; calc. V 9.35, N 20.55%; V:N = 1:8.

Since vanadyl is bivalent, of the two acidic hydrogens present in diphenylcarbazone, only one is active here in complex formation. The presence of a free acidic group is also indicated by the solubility of the chelate in aqueous alkali[5]) and its adsorption behaviour on alumina.

The author's sincerest thanks are due to Prof. P. B. SARKAR for his interest in the work and to Prof. B. N. GHOSH for providing all laboratory facilities.

Department of Physical Chemistry, University College of Science, Calcutta 9, India

MONISHA BOSE

Eingegangen am 27. August 1957

[1]) CAZENEUVE, P.: C. R. Acad. Sci. Paris **131**, 346 (1900). — MOULIN, A.: Bull. Soc. Chim. Paris **31**, 295 (1904). — [2]) KRUMHOLZ and KRUMHOLZ: Mh. Chem. **70**, 431 (1937). — [3]) BOSE, MONISHA: Anal. chim. Acta **10**, 201 (1954). — [4]) STRAIN, H. H.: Chromatographic Adsorption Analysis, p. 14. New York, N. Y.: Interscience Publ. 1945. — [5]) FEIGL, F.: Chemistry of Specific, Selective and Sensitive Reactions, p. 276. New York: Acad. Press 1949.

Über die Bildung von α,β-ungesättigten Ketonen beim oxydativen Abbau von Aconitin *)

Bei der Permanganatoxydation des Aconitins, $C_{34}H_{47}O_{11}N$, entstehen zwei neutrale Verbindungen, Oxonitin (I) und Oxoaconitin (II). Aus 20 g Aconitin erhielten wir 10,5 g rohes Oxydationsprodukt. I und II fallen zunächst amorph an. Ihre Trennung und Reinigung bedingt große Substanzverluste und gelingt nur unbefriedigend. JACOBS und PELLETIER[1b]) vermuten, daß das schon lange bekannte I noch nicht einheitlich ist, wofür auch in den IR-Spektren von I[3]) Anhaltspunkte vorhanden sind.

Wir haben gefunden, daß II während der Aufarbeitung des Oxydationsgemisches und der Reinigungsoperationen leicht ein Mol Methanol abspaltet und in eine Verbindung III, Desmethanoloxoaconitin, übergeht. Eine ihrer Entstehung nach gleiche Verbindung IIIa vom Schmelzpunkt 271 bis 273,5° erhielten JACOBS und PELLETIER[1a]) bei der Behandlung von II mit methanolischer Salzsäure. Unsere Desmethanolverbindung III schmilzt bei 258 bis 260°. Das IR-Spektrum von III weist die Verbindung als α, β-ungesättigtes 6-Ring-Keton aus (ν_{max} 1686 cm^{-1}, C_2Cl_4). Eine weitere Carbonylbande liegt bei 1653 cm^{-1} und dürfte einer N-Acetylgruppe zuzuordnen sein, welche durch Oxydation der N-ständigen C_2H_5-Gruppe des Aconitins entsteht **), [1a]). Auch das UV-Spektrum von III zeigt die für α,β-ungesättigte Ketone charakteristische Absorption (λ_{max} 281 mμ, log 2,94; λ_{max} 274 mμ, log 3,02; λ_{max} 230 mμ, log 4,15; CH_3OH). Nach JACOBS und PELLETIER[1a]) kommt II die Formel $C_{34}H_{43}NO_{12}$, IIIa die Formel $C_{33}H_{39}NO_{11}$ zu. Für III bzw. IIIa (625,65) ber. C 63,35; H 6,28; N 2,24. Wir fanden trotz mehrmaligen Umkristallisierens für III als Mittelwerte aus mehreren Analysen: C 61,56; H 6,98; N 2,29.

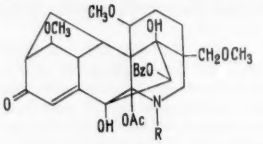
Die Reduktion von III mit $LiAlH_4$ in Äther liefert eine in Wasser sehr leicht lösliche Base IV, die nur durch mehrtägige Extraktion mit Äther und zusätzliches Ausschütteln mit Chloroform isoliert werden konnte. Seiner Entstehung nach ist IV Desmethanolaconin. Die Base konnte bisher noch nicht zur Kristallisation gebracht werden. Auch das in Wasser ebenfalls sehr leicht lösliche Alkamin des Aconitins, das Aconin, kristallisiert bekanntlich nicht. Das Verschwinden der für III charakteristischen Absorption im IR- und UV-Spektrum von IV zeigt, daß sowohl die N-Acetyl-Gruppe als auch die $-C=\underset{\underset{O}{\|}}{C}-C-$Gruppierung in III reduziert worden sind.

Weiterhin werden die in III vorhandene O-Acetyl- und O-Benzoyl-Gruppe durch das Hydrid abgespalten, wie dies bereits früher am Aconitin und Delphinin gezeigt werden konnte[2b]).

Die leichte Eliminierung von einem Mol Methanol tritt gleichfalls bei dem von MAJIMA und TAMURA[3]) beschriebenen basischen Oxydationsprodukt, dem Aconitinon (V) ein. V entsteht bei der Oxydation von Aconitin mit Chromsäure in Aceton/Eisessig. Die Ausbeute am rohem Oxydationsprodukt beträgt etwa 80% d. Th. Wir haben bei der Aufarbeitung der Oxydationsansätze immer gleich Desmethanolaconitinon (VI), in der älteren Literatur als Aconitolin bezeichnet, isoliert. 3 g Aconitin ergeben 1,2 g reines VI vom Schmelzpunkt 217 bis 220°, $C_{33}H_{41}O_{10}N$ (611,67); ber. C 64,79; H 6,75; N 2,29; gef. C 64,72; H 6,88; N 2,55.

Daneben wurde die Bildung einer orangeroten Base beobachtet, die sich auf dem Papierchromatogramm in ihrem R_f-Wert deutlich von VI unterscheidet, die aber noch nicht isoliert werden konnte. VI zeigt im IR und UV die gleiche für α,β-ungesättigte Ketone charakteristische Absorption wie III (ν_{max} 1648 cm^{-1} (C_2Cl_4); λ_{max} 281 mμ, log 3,02; λ_{max} 274 mμ, log 3,09; λ_{max} 231 mμ, log 4,31; CH_3OH).

Daraus folgt, daß im Aconitin eine der in der Molekel vorhandenen drei freien OH-Gruppen sekundärer Natur ist und durch Chromsäure selektiv zur Carbonylgruppe oxydiert wird, während durch Oxydation mit Permanganat unter anderem parallel dazu auch die N-ständige Äthylgruppe zu N-Acetyl oxydiert wird. Weiterhin folgt aus der sekundären Umwandlung von II in III und von V in VI, daß im Aconitin die oxydierbare sekundäre OH-Gruppe innerhalb eines 6-Rings in 3-Stellung zu einer Methoxylgruppe steht, d. h., Aconitin besitzt eine zyklische 1,3 Diolmonomethyläther-Gruppierung, für welche die geschilderte Reaktionsfolge charakteristisch ist. Sowohl bei der Chromsäureoxydation als auch bei der Permanganatoxydation des Aconitins wird also die gleiche 1,3-Diolhalbäther-Gruppierung in die Oxydation einbezogen. In III und VI liegt demnach der gleiche Cyclohexen-(1)-on(3)-Ring vor. Ebenso wie III läßt sich das α,β-ungesättigte Keton VI mit $LiAlH_4$ in Äther zu einer leicht wasserlöslichen Base VII reduzieren. Beide Reduktionsprodukte IV und VII müssen ihrer übersichtlichen Bildungsweise nach identisch sein, was durch die Identität ihrer IR- und UV-Spektren bestätigt wird. Legt man die von SCHNEIDER[2c]) für Aconitin diskutierte Konstitution in der von PRZYBYLSKA und MARION[4]), [5]) für das durch Röntgenkristallstrukturanalyse aufgeklärte Lycoctonin gewählten Schreibweise zu Grunde, so ergeben sich für III und VI die folgenden Strukturen:



III: R = CO−CH_3;

VI: R = −CH_2−CH_3.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sind wir für ihre Unterstützung zu großem Dank verpflichtet.

Pharmaz.-chemisches Institut der Technischen Hochschule, Karlsruhe

WOLDEMAR SCHNEIDER und HERBERT TAUSEND

Eingegangen am 2. August 1957

*) Aconitum-Alkaloide VIII. Mitt.

**) N-acetyl-piperidin absorbiert im IR bei 1653 cm^{-1} (eigene Messung).

[1]) JACOBS, W. A., u. S. W. PELLETIER: a) J. Amer. Chem. Soc. **76**, 4048 (1954). — b) Chem. a. Ind. **1955**, 948. — [2]) SCHNEIDER, W.: Chem. Ber. **89**, a) 762, b) 768 (1956). — c) Arch. Pharmaz. Ber. dtsch. pharmaz. Ges. **289**, 703 (1956). — [3]) MAJIMA, R., u. K. TAMURA: Liebigs Ann. Chem. **545**, 1 (1940). Vgl. auch LAWSON, A.: J. Chem. Soc. [London] **1936**, 80. — JACOBS, W. A., u. L. C. CRAIG: J. of Biol. Chem. **136**, 323 (1940). — [4]) PRZYBYLSKA, M., u. L. MARION: Canad. J. Chem. **34**, 185 (1956). — [5]) EDWARDS, O. E., L. MARION u. D. K. R. STEWART: Canad. J. Chem. **34**, 1315 (1956).

Beitrag zur Papierchromatographie von Alkoholen als Xanthogenate

Zur papierchromatographischen Trennung und Identifizierung von Gemischen niederer Alkohole kommt einerseits die Darstellung leicht erhältlicher Ester, andererseits die Überführung in Xanthogenate in Betracht. So wurden zu diesem Zwecke von einer Reihe von Autoren Dinitrobenzoesäureester[1]), Dinitrophthalsäureester[2]), Diphensäureester und 3-Nitrophthalsäureester[3]) sowie Xanthogenate[4]) hergestellt. Letzteres Verfahren eignet sich besonders für die niederen Glieder, da diese oft in wasserhaltigen Medien zu bestimmen sind und die Xanthogenatbildung auch in diesem Milieu möglich ist.

Für die papierchromatographische Trennung kommt nur ein alkalisches System in Frage. KARIYONE, HASHIMOTO und KIMURA[4]) benutzen als Verteilungsmittel alkalischen Butanol (enthält 2% Kaliumhydroxyd). Die Trennung kann nach unseren Erfahrungen jedoch wesentlich sauberer durchgeführt werden, wenn man das Papier (Schleicher & Schüll 2043a) mit Phosphatpufferlösung p_H 12 imprägniert und dann als Verteilungsmittel statt des alkalischen einen wassergesättigten Butanol verwendet.

Zur Darstellung der Xanthogenate werden einige Tropfen der alkoholischen Lösung (ungefähr 5 bis 10 mg Alkohol enthaltend) mit 3 Tropfen 60%iger Kalilauge und 4 Tropfen Schwefelkohlenstoff versetzt und einige Minuten gut geschüttelt. Nach Zugabe von 0,5 ml Wasser und 0,5 ml Pentan oder Tetrachlorkohlenstoff werden von der wäßrigen Phase etwa 50 μl auf das vorbehandelte Papier aufgetragen. Nach 5- bis 6stündigem Sättigen in der Kammer wird mit wassergesättigtem Butanol aufsteigend chromatographiert (Tabelle 1).

Zur Identifizierung der Xanthogenate eignet sich neben der Betrachtung im UV-Licht[4]) das Besprühen mit 1%iger Ammoniummolybdatlösung, der 2% Schwefelsäure zugesetzt sind[5]). Es bilden sich rotviolette Flecken, die allerdings alsbald nach Blau verblassen. Vorteilhafter erwies sich die Entwicklung mit 7,5%iger Kupfersulfat- oder mit 10%iger Nickelsulfatlösung, wobei die gelben Kupfer- bzw. die gelborangefarbenen Nickelxanthogenate auf dem Papier gefällt werden. Auf diese Weise ist noch ein Teil eines Alkohols neben 100 Teilen eines anderen identifizierbar.

Tabelle 1. *R_f-Werte verschiedener Xanthogenate*

Methanol	0,23	n-Butanol	0,71
Äthanol	0,35	n-Pentanol	0,79
n-Propanol	0,55	n-Hexanol	0,82

Pharmazeutisch-chemisches Institut der Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald

R. Poloudek-Fabini und Th. Beyrich

Eingegangen am 22. August 1957

[1]) Rice, R. G., G. J. Keller u. J. G. Kirchner: Analyt. Chem. **23**, 194 (1951). — Meigh, D. F.: Nature [London] **169**, 706 (1952). — Cerny, J.: Chem. Listy **49**, 1899 (1955). — Sundt, E., u. M. Winter: Analyt. Chem. **29**, 851 (1957). — Micheel, F., u. W. Schminke: Angew. Chem. **69**, 334 (1957). — [2]) Momose, T., u. A. Yamada: J. Pharmaceut. Soc. Japan **71**, 80 (1951). — [3]) Siegel, A., u. K. Schlögl: Mikrochem. verein. Mikrochim. Acta **40**, 383 (1953). — [4]) Kariyone, T., Y. Hashimoto u. M. Kimura: Nature [London] **168**, 511 (1951). — [5]) Feigl, F.: Spot Tests, Organ. Applications, S. 130. 1954.

Chromatographie von Flavonen an Polyamid

Für die säulenchromatographische Isolierung und Auftrennung von Anthoxanthinen wurden bisher Zellulose[1]), Magnesol[2]) (Magnesiumtrisilikat), Kieselgur, Amberlite-IRC 50[3]), Permutit-C[4]) und in einigen Fällen auch Aluminiumoxyd verwendet. Neuerdings erprobten wir das von Grassmann[5]) und Carelli[6]) erstmals bei der Auftrennung von Phenolen benutzte Verfahren der Chromatographie an Polyamid. Dabei zeigte Perlonpulver gegenüber den früheren Trenn- und Reinigungsmethoden erhebliche Vorteile. Mit Methanol als Eluierungsmittel gelingt eine quantitative Trennung von Flavonglykosiden und ihren Aglukonen (z. B. Quercitrin, Hyperosid und Rutin von Quercetin). Bemerkenswert ist, daß sich die verschiedenen Glykoside auf der Säule ziemlich gleich verhalten. So besitzen Mono- und Diglykoside ungefähr dieselbe Laufgeschwindigkeit und können mit Methanol leicht von den Aglykonen getrennt werden, was im Fall der Quercitrin-Quercetintrennung bisher nur unvollkommen gelang.

Der Trenneffekt der Flavone auf Perlon wird wie bei den einfachen Phenolen durch die zur Wasserstoffbrückenbindung befähigte Anzahl phenolischer OH-Gruppen bestimmt. Mit Zunahme der OH-Gruppen vergrößert sich das Rückhaltevolumen bei der Frontalanalyse. Ausnahmen beobachtet man bei o-Hydroxy-Gruppierungen und Glykosiden. In diesen Fällen ist die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen mehr oder weniger stark sterisch behindert. Ebenso elegant wie die Trennung der Glykoside von den Aglykonen gelingt es mit Hilfe von Perlon, Aglykone ohne Ätherausschüttelung direkt aus Hydrolyseflüssigkeiten zu gewinnen. Man gibt die saure Lösung auf die Säule, wäscht mit Wasser neutral und eluiert anschließend das Aglykon mit Methanol.

Neben dieser speziellen Anwendung kann Perlon auch im Flavon-Isolierungsgang, namentlich zur quantitativen Abtrennung von Gerbstoffen eingesetzt werden. Der wäßrige, vom Chlorophyll befreite Drogenextrakt wird über eine Säule entsprechender Größe gegeben, man wäscht mit Wasser klar und eluiert mit Methanol. Die flavonhaltigen Eluate sind frei von Gerbstoffen und können nach einem anderen Verfahren weiter aufgetrennt werden. Die hierbei anfallenden Flavonkonzentrate werden, soweit notwendig, erneut über Perlon gereinigt. Oftmals erfolgt die Kristallisation direkt aus den eingeengten Perlon-Methanol-Eluaten.

Gegenüber anderen Adsorptionsmitteln besitzt Perlon die Vorzüge geringen Substanzverlustes, geringen Zeitaufwandes, der Übertragbarkeit in den präparativen Maßstab und der Verwendbarkeit von Methanol an Stelle komplizierter Lösungsmittelsysteme.

Die genauen Versuchsergebnisse werden an anderer Stelle veröffentlicht.

Institut für Pharmazeutische Arzneimittellehre der Universität, München

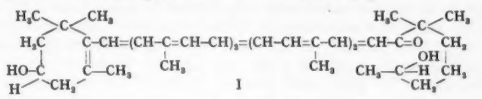
L. Hörhammer, H. Wagner und W. Leeb

Eingegangen am 12. August 1957

[1]) Ice, C. H., Th. B. Gage u. S. H. Wender: Proc. Oklahoma Acad. Sci. **32**, 99 (1951). — [2]) Williams, B., u. S. H. Wender: J. Amer. Chem. Soc. **59**, 19 (1952). — Ice, C. H., u. S. H. Wender: J. Amer. Chem. Soc. **75**, 50 (1953). — [3]) Gage, Th. B., L. Morris, W. E. Detty u. S. H. Wender: Science [Lancaster, Pa.] **113**, 522 (1951). — [4]) Leeb, W.: Diss. München (in Vorbereitung). — [5]) Grassmann, W., H. Hörmann u. A. Hartl: Makromolekulare Chem. **21**, 37 (1956). — [6]) Carelli, V., A. M. Liquori u. A. Mele: Nature [London] **176**, 70 (1955).

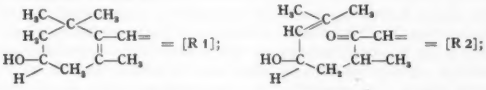
Über die Struktur des Capsanthins und des Capsorubins

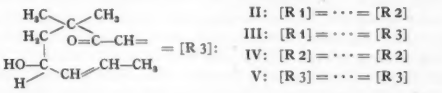
Nach Goodwin, Land und Sissins spaltet Salzsäure in Chloroform *aus Capsanthol, dem Reduktionsprodukt des Capsanthins, kein Wasser ab*[1]). Diese Beobachtung erklären sie mit der von Entschel, Eugster und Karrer[2]) angenommenen Struktur des Capsanthins (I). Vor kurzem konnten wir feststellen, daß die richtige Bruttoformel des Capsanthins $C_{40}H_{56}O_3$, des Capsorubins $C_{40}H_{56}O_4$ und nicht, wie früher angenommen, $C_{40}H_{58}O_3$ bzw. $C_{40}H_{60}O_4$ ist. Für beide Farbstoffe zogen wir je zwei alternative Strukturformeln in Betracht [für Capsanthin (II) und (III), für Capsorubin (IV) und (V)] und gaben von diesen vorläufig auf Grund der damals zur Verfügung stehenden Daten Formel (II) bzw. (IV) den Vorzug[3]). Nach diesen müßten die Reduktionsprodukte (Capsanthol bzw. Capsorubol) beider Farbstoffe auf Einwirkung von Salzsäure Wasser abspalten. Wir konnten feststellen, daß *Salzsäure aus Capsanthol tatsächlich 2 Mol Wasser abspaltet, jedoch konnte unter den gleichen Versuchsbedingungen im Falle des Capsorubols überhaupt keine Wasserabgabe beobachtet werden.* Aus diesem Befund muß gefolgert werden, daß dem Capsorubin nicht die Strukturformel (IV) entspricht, sondern daß Formel (V) angenommen werden muß, da das diesem entsprechende Reduktionsprodukt (Capsorubol) kein Wasser abgeben kann, da die beiden quaternären Kohlenstoffatome (1 und 1′, beziffert nach Karrer) eine Wasserabspaltung nicht zulassen. Nach der Abspaltung von 2 Mol Wasser aus Capsanthol konnten wir die der Formel (VI) entsprechende Verbindung isolieren. Dem Capsanthin entspricht daher Formel (III). Eine ausführliche Mitteilung unserer Versuchsergebnisse ist in Vorbereitung.



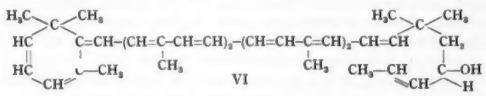
I

Ferner wird mit





II: [R 1] = ··· = [R 2]
III: [R 1] = ··· = [R 3]
IV: [R 2] = ··· = [R 2]
V: [R 3] = ··· = [R 3]



VI

Chemisches Institut der Universität, Pécs. Ungarn

L. Cholnoky und J. Szabolcs

Eingegangen am 6. August 1957

[1]) Goodwin, T. W., D. G. Land u. M. E. Sissins: Biochemic. J. **64**, 486 (1956). — [2]) Entschel, R., C. H. Eugster u. P. Karrer: Helv. chim. Acta **39**, 1263 (1956). — [3]) Cholnoky, L., D. Szabó u. J. Szabolcs: Liebigs Ann. Chem. **606**, 194 (1957).

Über das Herbipolin, eine neue Purinbase

Aus dem Riesenkieselschwamm *(Geodia gigas)* konnten wir eine gut kristallisierende Base $C_7H_9ON_5$ in freiem Zustand und als Chlorhydrat, Pikrat und Chloraurat isolieren. Sie ist optisch inaktiv und erwies sich als ein Purinderivat, obwohl

sie nicht mit Silbernitrat bei saurer Reaktion, sondern erst bei ammoniakalischer fiel, im Gegensatz zu den meisten, wenn auch nicht allen Purinen. Die Ermittelung der Konstitution als 2-Amino, -6-Oxy, -7-Dimethyl-Purin ergab sich aus der Feststellung einer freien Aminogruppe nach VAN SLYKE, Abspaltung von Guanidin bei Oxydation mit Permanganat und mit Natriumchlorat und Salzsäure sowie Nachweis zweier Methylgruppen am Stickstoff. Diese stehen in 7-Stellung, denn bei Erhitzung mit konzentrierter Salzsäure auf 180° spaltete sich Demethylglycin ab. Auch gab eine Lösung der Base mit Ferrocyankaliumlösung eine weiße Fällung, was für quartäre Ammoniumverbindungen charakteristisch ist.

Ausführliche Mitteilung folgt in Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie.

Physiologisch-Chemisches Institut und Institut für Pharmazie und Lebensmittelchemie der Universität, Würzburg

D. ACKERMANN und P. H. LIST

Eingegangen am 19. August 1957

Die Anthocyane der Möhre

Im Rahmen der Forschung über die Biosynthese der Anthocyane im Pflanzengewebe wurden die Pigmente studiert, welche in den auf Agarboden mit Zusatz von 5% Glukose gepflanzten Wurzelexplantaten der Möhre (*Daucus carota* L.) entstehen. Die Anthocyane werden hier gemeinsam mit dem Chlorophyll in sog. Wundhaaren gebildet[1],[2],[3]. Zum Vergleich wurden gleichzeitig die Anthocyane der dunkelroten mittleren Blüten der Dolde der wildwachsenden Möhre (*D. carota subsp. silvestris Mill. Dom.*) und dieselben Blüten der Möhre (*D. carota subsp. sativus*) analysiert. Wir behaupteten nämlich, daß die Anthocyane von diesen drei Quellen dem gleichen biochemischen Typus angehören, da es sich um die gleiche Pflanzenart handelt. Die Gegenwart der Anthocyane in einer gewissen Pflanzenart ist vielleicht von spezifischen genetischen Faktoren kontrolliert[4]. Das gilt auch von der Stufe ihrer Oxydation (Hydroxylation), Glykosylation und Methylation. Diese Faktoren sind dann für den biochemischen Typus der Pflanze bestimmend.

Bei der Isolation der Anthocyane wurde im Grunde nach dem klassischen Vorgang von WILLSTÄTTER[5] und KARRER[6] vorgegangen. Die isolierten Pigmente wurden chromatographisch nach BATE-SMITH[7] analysiert. Die Wurzelanthocyane geben im Grunde drei Flecke (R_F-Werte: 0,16 bis 0,17; 0,20 bis 0,21; 0,25). Die zugehörigen Anthocyanidine bilden auch drei Flecke. Der eine ist sehr schwach und entspricht dem Cyanidin mit seinem R_F (0,73 bis 0,80) wie auch im Vergleich mit dem Standard. Er gibt auch positive Eisenchloridreaktion. Der zweite, ebenso schwache Fleck (R_F 0,07 bis 0,09) und der dritte, ziemlich intensive (R_F 0,20 bis 0,28) entsprechen keinem der bisher beschriebenen Anthocyanidine. Es ist möglich, daß der niedrige R_F-Wert dieser Anthocyanidine durch die Anwesenheit einer Karboxylgruppe in ihren Molekeln verursacht ist, ähnlich wie das bei dem Aglykon des Pigments Betanin in der roten Rübe vorkommt[8]. Die Vergleichung oder eventuelle Feststellung der Identität eines von unseren Anthocyanidinen mit dem Aglykon von Betanin werden wir nach Anreicherung einer größeren Menge des Materials durchführen. Wegen der kleinen Menge gelang es nicht, die Pigmente auf dem Silikagel nach SPAETH und ROSENBLATT[9] zu teilen. Auch enzymatisch, durch Anwendung von Anthocyanase[10] konnten bisher die Pigmente nicht charakterisiert werden. Dies wird erst nach Gewinnung einer größeren Menge erfolgen.

Die Anthocyane der beiden Arten der Möhrenblüten bilden auf dem Chromatogramm auch drei Flecke; manchmal erscheint auch der Fleck des freien Cyanidins. Ihre R_F-Werte sind folgende: 0,06 bis 0,09; 0,15 bis 0,17; 0,24. Die zugehörigen Anthocyanidine bilden nur zwei Flecke. Der eine ziemlich intensive entspricht dem Cyanidin; der zweite, sehr schwache Fleck mit einem kleinen R_F (0,14 bis 0,21) zeigt wieder eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Anthocyanidin der Möhrenexplantate.

Die Zucker, welche man durch die Hydrolyse der Wurzelanthocyane erhält, wurden auch analysiert[11]. Es handelt sich hauptsächlich um Glukose und wahrscheinlich um Arabinose. Die Stelle der Substitution wurde vorläufig nicht festgestellt. Die Zucker der Blütenfarbstoffe wurden nicht analysiert.

Wir danken Herrn Dr. PETR ZUMAN (Polarographisches Institut der Tschechoslovakischen Akademie der Wissenschaften) für das Überlassen von Anthocyanidinstandarden und Frau ALENA BOBKOVÁ für ihre wirksame technische Hilfe bei unseren Versuchen.

Biochemisches Institut der Karls-Universität und Biologisches Institut der Tschechoslovakischen Akademie der Wissenschaften, Praha, Tschechoslovakei

JOSEF KOŠTÍŘ und EVA PETRŮ

Eingegangen am 10. August 1957

[1] GAUTHERET, R. J.: C. R. Soc. Biol. Paris **135**, 875 (1941). — [2] PETRU, E.: Českoslov. biol. **3**, 214 (1954). — VESMÍR **35**, 158 (1956). — [3] CAPITE, L. DE: Ricerca Sci. **25**, 209 (1955). — [4] GEISSMAN, T. A., E. C. JORGENSEN u. B. L. JOHNSON: Arch. of Biochem. a. Biophysics **49**, 368 (1954). — [5] WILLSTÄTTER, R., u. Mitarb.: Liebigs Ann. **401**, 189 (1913); **408**, 1, 15, 42, 61, 83, 110, 122, 136, 147 (1915). — [6] KARRER, P., u. R. WIDMER: Helv. chim. Acta **10**, 5 (1927). — [7] BATE-SMITH, E. C.: Biochem. Soc. Symp. **3**, 62 (1948). — Biochemic. J. **43**, xlix (1948). — Nature [London] **161**, 835 (1948). — [8] SCHUDEL, C.: Diss. Zürich 1918. — AINLEY, A. D., u. R. ROBINSON: J. Chem. Soc. **1937**, 446. — SCHMIDT, O. T., u. H. MOSER: Naturwiss. **25**, 284 (1937). — PUCHER, G. W., u. Mitarb.: J. of Biol. Chem. **123**, 61 (1938). — LINDSTEDT, G.: Acta chem. scand. **10**, 698 (1956). — SCHMIDT, O. T., u. W. SCHÖNLEBEN: Naturwiss. **43**, 159 (1956). — Z. Naturforsch. **12b**, 262 (1957). — WYLER, H., u. A. S. DREIDING: Helv. chim. Acta **40**, 191 (1957). — [9] SPAETH, E. C., u. D. H. ROSENBLATT: Anal. Chemistry **22**, 1321 (1950). — [10] HUANG, H. T.: J. Agric. Fd. Chem. **3**, 141 (1954). — Nature [London] **177**, 39 (1956). — J. Amer. Chem. Soc. **78**, 2390 (1956). — HARBORNE, J. B., u. H. S. A. SHERRATT: Biochemic. J. **65**, 248 (1957). — [11] PARTRIDGE, S. M.: Nature [London] **164**, 443 (1949).

Some Notes on the Purple Pigment Formed by the Polyphenolase System in Scopolia japonica

As shown by JAMES and coworkers[1],[2], catechol is oxidized by the action of a polyphenolase from *Belladonna*, and, a purple colour develops as a result of combination of the o-quinone and the amino acid. Now this pigment will oxidize certain amino acids. L-ornithine is oxidized, and it produces a substance identified as α-keto δ-aminovaleric acid[3]. This is interesting because this oxidation product is a probable intermediate in the biosynthesis of tropine nitrogen[4].

The present paper describes some aspects of the formation of the purple pigment by the polyphenolase system which was

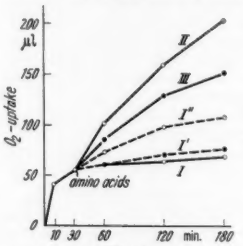


Fig. 1

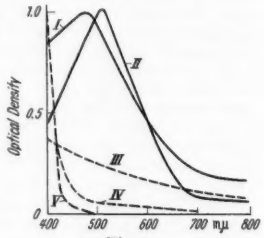


Fig. 2

Fig. 1. The effect of amino acids on the oxidation of catechol. Each main chamber of the manometric flasks contained 0·5 ml of M/50 L-proline (p_H 7·0), and 1·0 ml of the enzyme suspension (4 mg of the crude enzyme suspended in 1·0 ml of M/40 phosphate buffer, p_H 6·5). The sidearm I contained 0·5 ml of M/100 catechol, and sidearm II contained 0·5 ml of M/5 glycine or M/5 DL-ornithine. the central well contained 0·2 ml of 20% KOH. Gas phase was air, at 30° C. I: Enzymatic oxidation of catechol alone, I': of catechol plus L-proline, I'': in catechol, enzyme and glycine. II: Oxidation in the system containing amine, catechol, enzyme puls glycine. III: The same as II, but glycine replaced by DL-ornithine

Fig. 2. The absorption spectrum of the purple colour formed by the polyphenolase, catechol and L-proline. The blank solution contained 1·0 ml of enzyme solution and 3·0 ml of distilled water. Determinations carried out 1 hr. after the reaction started. Curve I: 1·0 ml of enzyme solution, 1·0 ml of M/100 catechol and 2·0 ml of dist. water. II—V: 1·0 ml of enzyme solution, 1·0 ml M/100 catechol, 1·0 ml of M/50 L-proline plus 1·0 ml of dist. water (II), 1·0 ml of 0·05 M L-ascorbic acid (III), 1·0 ml of M/10 $NaHSO_3$ (IV) or 1·0 ml of 1·0 M $Na_2S_2O_3$ (V)

obtained from the subterranean stems of *Scopolia japonica*. The extract was made by the process described in a previous paper[5]. To this extract acetone was added to 60 volumes per cent, and the precipitate was dried and was used as the crude enzyme.

Fig. 1 shows the rate of oxygen uptake by the system containing catechol and other substances. The addition of L-pro-

line has no effect on the oxidation of catechol, though it produced the deep purple colour. The curve II shows the increase of the rate of oxygen uptake on the addition of glycine to the mixture of catechol, enzyme, and the amine, and curve III shows also the increase caused by the addition of DL-ornithine.

This pigment can easily be dissolved in water and also in ethanol, and has a peak of absorption spectrum at 515 mμ[6]). The purple colour can be bleached with thiosulphate[5]), L-ascorbic acid and bisulphite[1]) (Fig. 2).

Table 1. *The bleaching of the purple colour by the oxidation of the amino acids. Constituents of mixture (in ml)*

I	II	III	IV	V	Water	Optical density at 515 mμ
1·0	—	—	—	—	3·0	0·00
1·0	1·0	—	—	—	2·0	0·86
1·0	1·0	1·0	—	—	1·0	1·11
1·0	1·0	1·0	1·0	—	—	0·38
1·0	1·0	1·0	—	1·0	—	0·43

I: Enzyme solution = supernatant of the enzyme suspension (8 mg/1·0 ml). II: Catechol M/100. III: L-proline M/50. IV: Glycine M/5. V: DL-ornithine M/5.

The reaction mixture was let stand 1 hour in an incubator at 28° C before the determination.

The increase in the rate of oxygen uptake of the purple solution plus amino acid is always accompanied by the decrease in the optical density of the resultant solution (Table 1). Presumably this purple pigment acts as a reversible hydrogen carrier in certain processes of the oxidation of amino acids[7]).

Biological Institute, Toyama Univ., Toyama, Japan

YONEZO SUZUKI

Eingegangen am 30. Juli 1957

[1]) JAMES, W.O., E.A.H. ROBERTS, H. BEEVERS and P.C. DEKOCK: Biochemic. J. **43**, 626 (1948). — [2]) BEEVERS, H., and W.O. JAMES: Biochemic. J. **43**, 636 (1948). — [3]) JAMES, W.O., and H. BEEVERS: Biochemic. J. **43**, XI (1948). — [4]) JAMES, W.O.: Alkaloids in the plant. In Mansk and Holmes, Alkaloids. 1950. — [5]) SUZUKI, Y.: Bot. Mag. [Tokyo) **68**, 22 (1955). — [6]) JACKSON, H., and L.P. KENDAL: Biochemic. J. **44**, 477 (1949). — [7]) SZENT-GYÖRGYI, A.: Biochem. Z. **162**, 399 (1925).

L'action du streptomycine sur l'activité des solutions de trypsine

Les solutions de trypsine sont très instables à cause de l'action autolytique de l'enzyme même. Dans les dernières années les recherches de M. BIER et ses coll.[1]) ont montré qu'on peut éviter la self-digestion par l'addition de certains ions (surtout de Ca^{++}) ou par l'acylation de l'enzyme. Dans le premier cas l'action peut s'expliquer par le déplacement de l'équilibre entre les formes natives et denaturées de la trypsine et dans le second par le blocage des groupements ε amino du lysine.

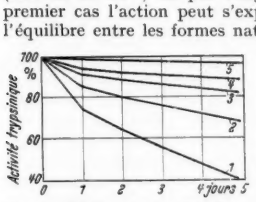


Fig. 1. L'effet de la dihydrostreptomycine sur l'activité d'une solution de trypsine 20.000 U.T.%. (U.T. = unités trypsine selon NORTHROP et KUNITZ.) 1. Témoin, sans streptomycine. 2. Avec 0,5%, 3. 1,0%, 4. 1,5%, 5. 2,0% dihydrostreptomycine

À l'occasion des recherches[2]) entreprises pour expliquer l'effet des antibiotiques ajoutés dans l'alimentation des animaux nous avons fait l'observation que la *dihydrostreptomycine (sulfate) peut aussi empêcher l'autolyse des solutions de trypsine.* Cela a été demontré comme il suit. L'activité d'une solution de trypsine purifiée (non crystallisée) du pancréas était déterminée à l'aide de la méthode viscosimétrique à gélatine de J.H. NORTHROP et M. KUNITZ[3]), immédiatement après sa préparation. Dans des aliquots de la même solution on ajoutait des quantités variables croissantes de dihydrostreptomycine. On déterminait l'activité du témoin sans streptomycine et des autres échantillons de 24 en 24 heures pendant 5 jours. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 1.

Toutes les solutions de trypsine étaient conservées pendant l'expérimentation sous toluène à froid (+4°) pour éviter l'infection microbienne. La pénicilline même en grande quantité n'inhibe pas l'autolyse des solutions de trypsine. Quant à l'explication du mode d'action de la streptomycine on ne possède pas pour le moment des arguments qui plaideraient pour l'un ou l'autre des mécanismes inhibiteurs déjà proposés.

Laboratoire de Biochimie Animale, Faculté de Médecine Vétérinaire de Bucarest, Roumanie

L. M. BURUIANA

Eingegangen am 5. August 1957

[1]) BIER, M., F. F. NORD, J. SRI RAM et L. TERMMIELLO: Arch. of Biochem. a. Biophysics **31**, 335 (1951); **33**, 320 (1951); **52**, 464 (1954); **57**, 252 (1955); **65**, 120 (1956). — [2]) BURUIANA, L. M., et EL. HADARAG: Acad. R. P. R.-Timişoara, Studii şi Cercetări Ştiinţifice **3**, Nr. 3—4, 105 (1956). — [3]) NORTHROP, J. H., et M. KUNITZ: J. of Physiol. **16**, 313 (1933).

Zur Frage der Kooperation intrazellulärer Oxydationssysteme; über die katalytische Wirkung von Mikrosomen-Cytochrom (b_5) und die biologische Funktion von Diaphorasen *)

Als Diaphorasen bezeichnet man Flavoproteide, die die Wasserstoffübertragung von DPNH oder TPNH auf künstliche Akzeptoren, wie etwa Farbstoffe, katalysieren. Über ihre möglichen biologischen Funktionen sind bisher keine Vorstellungen geäußert worden. Im Rahmen von Untersuchungen über die Wechselbeziehung zwischen Zellanteilen haben wir gefunden, daß aktive DPNH- und TPNH-Diaphorasen (bei sehr geringer Cytochrom c-Reduktase-Wirkung) im stromafreien Anteil von Retikulozyten und Erythrozyten von Kaninchen sowie im Cytoplasma, d.h. der überstehenden

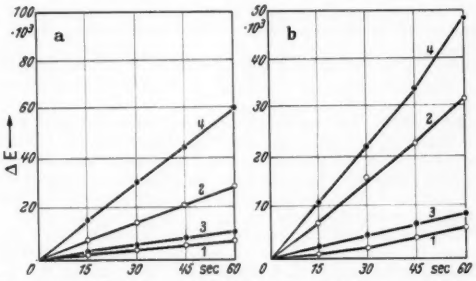


Fig. 1 a u. b. Cytochrom b_5-Katalyse der Cytochrom c-Reduktion durch Diaphorasen. a Erythrozyten stromafreie Lösung 1:10 (EÜ): *1* 0,05 ml EÜ, *2* wie 1 + 0,04 ml Cytochrom b_5, *3* 0,1 ml EÜ, *4* wie *3* + 0,04 ml Cytochrom b_5. — b Leber-Cytoplasma; mikrosomenarmes Cytoplasma 1:20 (MC): *1* 0,04 ml MC, *2* wie *1* + 0,04 ml Cytochrom b_5, *3* 0,06 ml MC, *4* wie *3* + 0,04 ml Cytochrom b_5

Flüssigkeit nach Entfernung von „Mikrosomen"**), von Leber-, Nieren- und Herzmuskelzellen vorkommen. Dabei wurde entdeckt, daß Mikrosomen, nicht aber Mitochondrien imstande sind, die Reduktion von Cytochrom c durch cytoplasmatische DPNH-Diaphorasen zu katalysieren. Weitere Untersuchungen zeigten, daß Cytochrom b_5 [aus Mikrosomen hergestellt[2a])] den Katalysator der Reduktion von Cytochrom c durch DPNH-Diaphorasen darstellt (Fig. 1). Weder Mikrosomen noch Cytochrom b_5 weisen katalytische Wirkung mit TPNH-Diaphorasen auf. Dagegen ist eine direkte langsame Reaktion der TPNH-dehydrierenden Enzyme des Cytoplasmas mit Cytochrom c nachweisbar.

Wir nehmen an, daß die in der Versuchsanordnung vorliegende Kette *DPNH-Diaphorase-Cytochrom b_5-Cytochrom c* den biologischen Oxydationsweg des cytoplasmatischen DPNH darstellt. In dieser Funktion liegt möglicherweise die wesentlichste biologische Bedeutung der cytoplasmatischen DPNH-Diaphorasen. Auf Grund dieser Ergebnisse läßt sich eine annähernde Konzeption der kooperativen Funktion der Zellanteile hinsichtlich der biologischen Oxydation ableiten, die im folgenden Schema dargestellt ist (Fig. 2). Dieses Schema ist unter der Voraussetzung aufgestellt, daß die mitochondrialen Cytochrom-Reduktasen Eisen enthalten[2b]), [3]), [4]), [5]). Es zeigt, daß 1. in den Mitochondrien die Oxydation von Succinat, DPNH und TPNH durch Eisenflavinfermente über Cytochrom c und Cytochromoxydase erfolgt; 2. auch Mikrosomen DPNH- und TPNH-oxydierende Flavinenzyme enthalten; dabei verläuft für TPNH der Oxydationsweg direkt über Cytochrom c und Cytochromoxydase, wogegen für DPNH Cytochrom b_5 dazwischen geschaltet ist. Diese Darstellung der mikrosomalen Verhältnisse stützt sich

auf die Ergebnisse von STRITTMATTER und VELICK[2b]); 3. Cytochrom b_5 kann auch von DPNH-Diaphorasen des Cytoplasmas, die vermutlich kein Eisen enthalten, reduziert werden und stellt somit auch für das cytoplasmatische DPNH das Vermittlungsglied zum Cytochrom c dar; 4. die TPNH-dehydrierenden Enzyme des Cytoplasmas, die möglicherweise Eisen enthalten, können direkt mit Cytochrom c reagieren; 5. eine Transhydrogenase-Reaktion zwischen TPNH und DPNH wäre nach KAPLAN[6]) in den Mitochondrien anzunehmen.

An Hand der erweiterten Kenntnis der biochemischen Eigenschaften läßt sich eine Kennzeichnung der Zellanteile vornehmen, die die morphologische Zuordnung ergänzt und in mancher Hinsicht ihr überlegen ist[7]). Im Rahmen der Oxydationssysteme sind danach die Mitochondrien unter

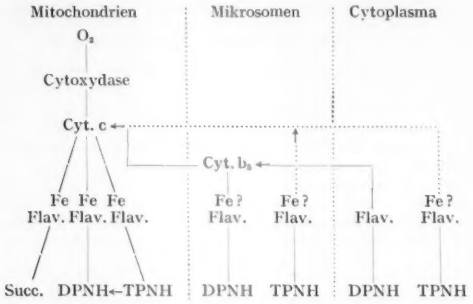


Fig. 2. Schema der Kooperation der intrazellulären Oxydations-Systeme

anderem durch die ausschließliche Gegenwart von Succinatdehydrase und Cytochrom-Oxydase determiniert[7]). Hinzu kommt, daß die mitochondrialen Eisenflavinenzyme durch RÜ-Hemmstoff hemmbar sind[8]). Die Mikrosomen sind durch die Gegenwart von Cytochrom b_5, der entsprechenden DPNH-Reduktase sowie durch die Fähigkeit, mit cytoplasmatischen DPNH-Diaphorasen zu reagieren, gekennzeichnet. Das Cytoplasma ist durch Abwesenheit von DPNH-Cytochrom-Reduktasen und Cytochromen bestimmt.

Eine Anzahl von Fragen bedürfen noch der Klärung, unter anderem 1., ob mit allen Zellanteilen und allen oxydativen Systemen eine oxydative Phosphorylierung gekoppelt ist, und 2. der feinere Mechanismus der räumlichen Übertragung von Wasserstoff bzw. Elektronen zwischen den Zellanteilen.

Physiologisch-chemisches Institut der Humbold-Universität, Berlin (Direktor: Prof. Dr. S. RAPOPORT)

S. RAPOPORT und C. WAGENKNECHT

Eingegangen am 29. Juli 1957

*) In dieser Arbeit werden folgende Abkürzungen verwendet: DPNH, TPNH = reduziertes Di- bzw. Triphosphopyridinnukleotid. Cyt. = Cytochrom. RÜ = Hemmstoff der Atmungskette aus der überstehenden Flüssigkeit von Retikulozyten-Hämolysat.

**) Mit diesem Ausdruck soll kein morphologisch einheitlicher Zellanteil, sondern eine funktionelle Einheit gekennzeichnet werden[1]).

[1]) PALADE, G. E.: In O. H. GAEBIER, Enzymes. Units of Biological Structure and Function. New York: Academic Press 1956. — [2]) STRITTMATTER, P., u. S. F. VELICK: J. of Biol. Chem. **221**, a) 253, b) 277 (1956). — [3]) SINGER, T. P., E. B. KEARNEY u. P. BERNATH: J. of Biol. Chem. **223**, 599 (1956). — [4]) MAHLER, H. R., u. D. G. ELOWE: J. of Biol. Chem. **210**, 165 (1954). — MAHLER, H. R., u. I. L. GLENN: In W. D. ELROY u. B. GLASS, Inorganic Nitrogen Metabolism. Baltimore 1956. — [5]) HORECKER, B. L.: J. of Biol. Chem. **183**, 593 (1950). — [6]) KAPLAN, N. O., S. P. COLOWICK u. E. F. NEUFELD: J. of Biol. Chem. **205**, 1 (1953). — [7]) HOGEBOOM, H. G., u. W. C. SCHNEIDER: In E. CHARGAFF u. J. N. DAVIDSON, Nucleic Acids, S. 199. New York: Academic Press 1955. — [8]) WAGENKNECHT, C., u. S. RAPOPORT: Unveröff.

Hemmung des radiochemischen Eiweißabbaues durch Strahlenschutzstoffe

Vor langer Zeit wurde in unserem Institut gezeigt, daß man in einer genügend verdünnten Eiweißlösung (N-Gehalt 2 bis 3 mg-%) nach Ultraviolettbestrahlung das völlige Verschwinden des Eiweißes durch den negativen Ausfall der Sulfosalicylsäureprobe feststellen kann[1]). Dasselbe ist nach Röntgenbestrahlung der Fall, wenn man genügend hohe Dosen anwendet (160 kV Effektivspannung, 20 mA Röhrenstromstärke, rund 1300 r/min, Bestrahlungsdauer 5 bis 10 Std). — Mit diesem einfachen Verfahren prüfte ich die Wirkung von Strahlenschutzstoffen, zunächst von Cystein und Ascorbinsäure. Beide Stoffe hemmen in einer Konzentration von 10^{-3} mol die eiweißabbauende Wirkung der Röntgenstrahlen. Die Sulfosalicylsäureprobe fällt in den geschützten Lösungen nach der Bestrahlung noch positiv aus, während sie ohne Strahlenschutz negativ ist. Ähnlich wie Ascorbinsäure und Cystein schützen die Aminosäuren Alanin und Valin, jedoch erst bei größenordnungsmäßig höherer Konzentration (10^{-2} mol). Benutzt man für die Versuche 10mal konzentriertere Eiweißlösungen (N-Gehalt 30 mg-%), so ist mit der Sulfosalicylsäureprobe, wie zu erwarten, kein sicherer Unterschied zwischen bestrahlten und unbestrahlten Lösungen mehr festzustellen. Bestimmt man jedoch nach Enteiweißung den Reststickstoff in den Filtraten, so zeigt sich ein großer Unterschied. Die Rest-N-Werte sind in den bestrahlten Lösungen weit höher als in den unbestrahlten. Auch dieser Unterschied konnte durch die genannten Schutzstoffe stark vermindert werden (Fig. 1). Es ist leicht einzusehen, daß das Resultat der zweiten Versuchsserie das Resultat der ersten bestätigt. — Ich prüfte ferner den Einfluß des Sauerstoffes auf die Strahlenwirkung, indem ich die zu bestrahlenden Eiweißlösungen teils mit Sauerstoff, teils mit Stickstoff durchströmte. Es zeigte sich sowohl bei der einfachen Sulfosalicylsäureprobe als auch bei der Rest-N-Bestimmung, daß der durch Röntgenbestrahlung bewirkte Eiweißabbau in Sauerstoff viel größer ist als in Stickstoff. Aber nicht nur der Eiweißabbau in Sauerstoff, sondern auch der in Stickstoff noch verbleibende viel geringere Eiweißabbau konnte durch die Schutzstoffe herabgesetzt werden.

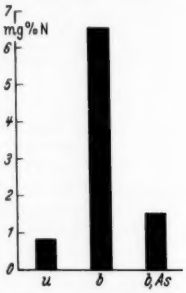


Fig. 1. Nichteiweißgebundener (= Rest-) Stickstoff. *u* unbestrahlt; *b* bestrahlt, ohne Zusatz; *b,As* bestrahlt, mit Ascorbinsäure

Für weitere Untersuchungen über den strahlenchemischen Abbau des Eiweißes und seine Verhinderung durch Schutzstoffe benutzte ich die Fluoreszenzmessung und die Absorptionsspektralanalyse, die ebenfalls im bestrahlten Eiweiß chemische Veränderungen unspezifisch anzeigen. Die Fluoreszenz einer Eiweißlösung nimmt durch Röntgenbestrahlung in den hier angewandten Dosen gewaltig zu. Die Zunahme ist im Stickstoff von etwas anderer Farbtönung, aber noch intensiver als in Sauerstoff. Alle oben aufgeführten Schutzstoffe wirken sowohl bei Bestrahlung in Sauerstoff als auch bei Bestrahlung in Stickstoff hemmend auf diese Fluoreszenzvermehrung. Methodisch ergänzend sei hierzu bemerkt, daß die schwache Fluoreszenz der Schutzstoffe selbst in den angewandten Konzentrationen durch Bestrahlung erheblich verstärkt wird. Der entstehende Fehler wirkt aber entgegengesetzt dem erhaltenen Endresultat, so daß dieses nicht etwa durch die Eigenfluoreszenz der Schutzstoffe vorgetäuscht sein kann.

Differenzspektren, d.h. Spektren der bestrahlten Eiweißlösung, gemessen gegen die unbestrahlte Eiweißlösung (an Stelle des sonst zum Vergleich üblichen reinen Lösungsmittels), ergaben sehr deutliche Kurvenerhebungen, die stark gesenkt wurden, wenn Alanin (10^{-2} mol) bei der Bestrahlung zugegen war*).

In früheren Mitteilungen unseres Instituts wurde über die Wirkung der Schutzstoffe auf den kolloidchemischen Vorgang der Eiweißtrübung berichtet[2]). Die vorliegende Mitteilung zeigt, daß die gleichen Schutzstoffe schon die chemischen Vorgänge verhindern, die der Trübung vorangehen und ihr offenbar ursächlich zugrundeliegen.

Die ausführliche Mitteilung erfolgt im Arch. exper. Pathol. u. Pharmakol.

Pharmakologisches Institut der Universität, Greifswald

KURT FLEMMING

Eingegangen am 19. Juli 1957

*) Herrn Dipl.-Physiker GRAF danke ich für die Einführung in die Handhabung der Geräte.

[1]) BECKER, I. P., u. P. SZENDRÖ: Pflügers Arch. **228**, 755 (1931). [2]) ERDMANN, K.: Protoplasma **45**, 293 (1955). — FLEMMING, K.: Naturwiss. **44**, 239 (1957).

Über den Umsatz zyklischer Polyphosphate im Säugerorganismus

In Fortsetzung unserer Arbeiten über den Stoffwechsel von Polyphosphaten und ihren Einfluß auf die Calcium-, Kupfer- und Eisenresorption[1–4]) [s. auch LANG u. Mitarb.[4])] blieb unter anderem noch zu studieren, ob die zyklischen kondensierten Phosphate, also die echten Metaphosphate, resorbiert und umgesetzt werden können. Entsprechend der früher beschriebenen Versuchsanordnung[1]) wurden deshalb 10 Ratten mit je 30 mg Natriumtrimetaphosphat, welches mit P^{32} markiert war (Impulszahl etwa 4,0 bzw. 4,15 Mill./min/Tier), und 10 Tiere mit der entsprechenden Menge markiertem Natriumtetrametaphosphat belastet. Die Versuchsführung erfolgte mit papierchromatographisch reinen Präparaten*). 18 Std nach der Phosphatzufuhr wurden die Tiere entblutet und die spezifische Aktivität von Blut, Urin und verschiedener Organe nach Veraschung gemessen. In Tabelle 1 sind die Mittelwerte der Bestimmungen bei den 10 Ratten zusammengetragen.

Aus der Tabelle 1 wird ersichtlich, daß höchstens 30 bis 35% des Trimetaphosphates und weniger als 10% des Natriumtetrametaphosphates resorbiert wurden. Damit liegt die Aufnahme dieser beiden Salze noch deutlich unter jener von Graham-Salz.

Tabelle 1. *Mittelwerte der Impulszahlen von Urin, Serum, Stuhl und einiger Organe nach Zufuhr von 30 mg mit P^{32} markierten Metaphosphaten.* [Einzelheiten der Methodik usw. s. [1])]

	Trimeta	Tetrameta
Serum (in 1 ml)	80	7
Leber	19200	3150
Knochen	2500	980
Gehirn	820	100
Urin	27650	11400
Darm und Stuhl	2860000	3820000

Nachdem feststand, daß eine Resorption der Metaphosphate — wenn auch in bescheidenem Umfang — bei der Ratte stattfindet, war zu untersuchen, in welcher Form die Aufnahme dieser zyklischen Phosphate erfolgt. Es wurde deshalb eine weitere Serie von Ratten mit Metaphosphaten sondiert. Nach Zufuhr von 60 mg der mit P^{32} markierten Salze wurde der Urin sowie das Trichloressigsäurefiltrat des Serums und des Homogenates der Leber nach entsprechender Vorbereitung nach dem Verfahren von GRUNZE und THILO[6]) papierchromatographiert. Die entwickelten Chromatogramme wurden dann autoradiographiert. Zur sicheren Verhütung der Verunreinigung des Urins mit unresorbierten Metaphosphaten aus dem Stuhl wurde den Ratten der Anus mit Wundklammern fest verschlossen.

In den Chromatogrammen sowohl des Urins als auch der Leber- und Blutfiltrate ließ sich ausschließlich *markiertes Orthophosphat* nachweisen. Dies ist recht bemerkenswert, denn auf Grund dieses Befundes muß das Vorhandensein von echten Metaphosphatasen im Magen-Darmkanal postuliert werden. Zu dieser Frage liegen unseres Wissens kaum Untersuchungen vor. MATTENHEIMER[7]) hat in der Rattenleber eine geringe Spaltung von Trimeta- und Tetrametaphosphaten (unter Verwendung reiner Salze) nachweisen können. Bei unseren Versuchen mögen die Darmbakterien eine gewisse Rolle spielen. Ihre Fähigkeit zur Depolymerisation von polymeren Phosphaten wurde ja unter anderem von uns[1]) nachgewiesen. Mit dem Studium der Metaphosphatasen der Mikroorganismen hat sich vor allem MATTENHEIMER[8]) beschäftigt. Er konnte zeigen, daß spezifische Enzyme die zyklischen Phosphate in lineare Verbindungen überführen, welche dann leicht zu Pyro- bzw. Orthophosphat gespalten werden können. Es ist sehr wahrscheinlich, daß ein entsprechender Vorgang auch in manchen Säugergeweben ablaufen kann.

Unsere Versuchsergebnisse zeigen, daß die Magen-Darmmukosa der Ratte offenbar nicht nur für lineare, sondern auch für zyklische Polyphosphate praktisch impermeabel ist.

Universitäts-Kinderklinik, Heidelberg (Direktor: Prof. Dr. PH. BAMBERGER)

KURT SCHREIER und H. G. NÖLLER

Eingegangen am 14. August 1957

*) Wir sind Herrn Dr. GEHRING (Firma Joh. A. Benckiser) für die Überlassung der wertvollen Substanzen zu großem Dank verpflichtet.

[1]) SCHREIER, K., u. H. G. NÖLLER: Arch. exp. Path. u. Pharmakol. **227**, 199 (1955). — [2]) SCHREIER, K., W. KRETZ u. P. YANG: Naturwiss. **44**, 184 (1957). — [3]) MATTERN, H., u. K. SCHREIER: Z. exp. Med. **128**, 103 (1956). — [4]) SCHREIER, K.: Phosphatsymposion Ludwigshafen a. Rh. 1956, S. 77. — [5]) LANG, K., L. SCHACHINGER, O. KARGES, F. K. BLUMENBERG, G. ROSSMÜLLER u. I. SCHMUTTE: Biochem. Z. **327**, 118 (1955). — [6]) GRUNZE, H., u. E. THILO: Sitzungsber. dtsch. Akad. Wiss. **1953**, Nr. 5. — [7]) MATTENHEIMER, H.: In: Silicium, Schwefel, Phosphor. JUPAC Colloquium Münster 1954, S. 287ff. Weinheim: Verlag Chemie 1955. — [8]) MATTENHEIMER, H.: Z. physiol. Chem. **303**, 107, 115, 125 (1956).

Beitrag zur sedativen Wirkung der Substanz P

Vor kurzer Zeit konnten wir feststellen, daß die Substanz P (SP), die schon 1931 von v. EULER und GADDUM[1]) entdeckt worden ist, eine dem Mephenesin und zum Teil auch dem Meprobamat ähnliche Wirkung ausübt. Aus mehrfachen Gründen betrachten wir SP als ein physiologisches Sedativum[2]). Auf dem Internationalen Symposium für psychotrope Pharmaka, das heuer in Mailand stattfand, zeigten THUILLIER und NAKAJIMA, daß Imino-β,β'-dipropionitril (IDPN) bei Mäusen die stärkste überhaupt mögliche psychomotorische Unruhe erzeugt, wobei die Veränderungen irreversibel sind und bis zum Tode des Tieres anhalten. Die genannten Verfasser haben auch gezeigt, welche Substanzen auf die psychische bzw. motorische Unruhe oder auf beides einwirken[3]). Dies veranlaßte uns, den Einfluß von SP bei Mäusen zu prüfen, die durch IDPN beunruhigt wurden. IDPN verabreichten wir nach der Vorschrift von THUILLIER. IDPN wird 1:10 mit Wasser verdünnt und pro 10 g Gewicht i. p. verabreicht wie folgt: 1. Tag 0,15 cm³, 2. Tag 0,15 cm³, 3. Tag Pause, 4. Tag 0,15 cm³, 5. Tag 0,075 cm³. SP verabreichten wir in den ersten Tagen nach Auftreten der voll ausgeprägten psychomotorischen Unruhe sowie auch einen Monat später an dieselben Tiere. Wir arbeiteten mit einer nach der Methode v. EULER[4]) selbst isolierten SP und injizierten sie den Mäusen i. p. in den Dosen von 10 bis 80 E/20 g Körpergewicht. Es zeigte sich, daß SP schon in der Dosis von 20 E eine deutlich beruhigende Wirkung hat; es verschwindet die psychische sowie die motorische Unruhe für 20 min. In großen Dosen von 80 E dauerte die beruhigende Wirkung fast den ganzen Tag. Diese Ergebnisse betrachten wir als einen weiteren Beitrag zu unserer Ansicht, daß SP ein physiologisches Sedativum ist.

Pharmakologisches Institut der Medizinischen Fakultät in Sarajevo

P. STERN und V. DOBRIĆ

Eingegangen am 20. August 1957

[1]) EULER, U. S. v., u. J. H. GADDUM: J. of Physiol. **72**, 74 (1931). — [2]) STERN, P., V. DOBRIĆ u. D. MITROVIC-KOCIĆ: Arch. int. Pharmacodynam. (im Druck). Int. Symposium für psychotrope Pharmaka, Milano 1957. — [3]) THUILLIER, J., u. H. NAKAJIMA: Int. Symposium für psychotrope Pharmaka, Milano 1957. — [4]) EULER, U. S. v.: Acta physiol. scand. [Stockh.] **4**, 373 (1942).

Carcinolytische Wirksamkeit von N-Trichlormethylthio-phthalimid

Die Beobachtung von WARBURG[1]), daß der Stoffwechsel der Hefezellen dem der Tumorzellen weitgehend ähnlich ist, und die Möglichkeit, daß Hefe und Fungien sich in ihrer Biologie sehr nahe stehen, brachten uns auf den Gedanken, organische fungicide Substanzen auf ihre carcinolytische Wirksamkeit hin zu untersuchen. Besonders interessant erschienen uns in diesem Zusammenhang die von KITTLESON[2]) beschriebenen N-Trichlormethylthio-Derivate von Verbindungen, die eine NH-Gruppe mit acidem Wasserstoff enthalten. Schon eine sehr einfache Substanz dieser Verbindungsklasse, das N-Trichlormethylthio-phthalimid (TTP), zeigte, am Ehrlichschen Ascitescarcinom der Maus und am Jensen-Sarkom der Ratte getestet, eine sehr starke cytotoxische Aktivität.

N-Trichlormethylthio-phthalimid wurde entsprechend der allgemeinen Arbeitsanweisung von KITTLESON aus Phthalimidkalium und Perchlormercaptan in siedendem Benzol dargestellt. Nach Umkristallisieren aus Benzol erhielt man in 70%iger Ausbeute farblose Nadeln vom Schmelzpunkt 176°, die in den üblichen Lösungsmitteln schwer löslich sind. $C_9H_4O_2NSCl_3$ (296,6). Ber. C 36,6; H 1,35; N 4,73; S 10,8; Cl 36,0. Gef. C 36,4; H 1,50; N 4,62; S 10,35; Cl 36,42.

In vitro besitzt TTP einen größeren hemmenden Einfluß auf die Atmung der Krebszellen als N-Lost. Die Messung der Atmung erfolgte manometrisch durch Bestimmung des Sauerstoffverbrauches in der Warburg-Apparatur bei 37° C und Luft als Gasphase (Fig. 1). Als Suspensionsmittel diente Tumor-Ascites-Punktat. In gleicher Weise wurde durch TTP die Atmung von Hefezellen (Saccharomyces cerevisiae „Hansen") gehemmt.

Mit TTP eine Stunde bei 37° C inkubierter, intramuskulär geimpfter Tumorascites (200000 Zellen/mm³) führte im Vergleich zu den Kontrollen zu keinerlei Tumorbildung bis zur Abtötung der Tiere nach 18 Tagen. Die Versuchstiere zeigten nach intraperitonealer Injektion von Tumorzellen und bei anschließender täglicher subcutaner Injektion von TTP keine Ascitesbildung. Die DL betrug bei subcutaner Applikation 5 mg/20 g. Die Hemmung der Tumorbildung nach

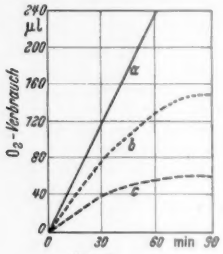


Fig. 1 a—c

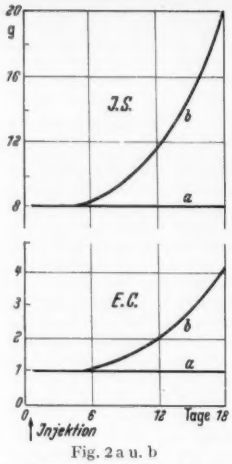


Fig. 2 a u. b

Fig. 1 a—c. Hemmung der Atmung der Tumorzellen. a Ringerlösung. b Dimitan, 20 µg/ml. c TTP., 12,5 mg/ml

Fig. 2 a u. b. Tumortragende Oberschenkel bei Ehrlichschem Carcinom (E.C.) und bei Jensen-Sarkom (J.S.). a Versuchstiere, b Kontrolltiere

intramuskulärer Injektion von Tumorzellen war bei Carcinomen (60 Mäuse) und Sarkomen (20 Ratten) in gleicher Weise signifikant (Fig. 2).

Histo-cytologisch fanden sich pathologische Vakuolisierungen des Plasmas und der Kerne mit ausgeprägter

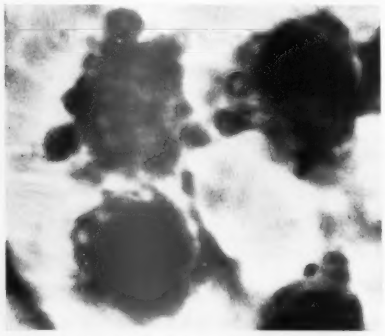


Fig. 3. Gewebsschnitt. H.E.-Färbung

Karyolysis und Abtropfung von Kernsubstanz (Fig. 3). Das untergehende Tumorgewebe wurde durch fibroplastisches Gewebe ersetzt.

Über die tierexperimentellen Untersuchungen wird an anderer Stelle ausführlicher berichtet werden. Die Versuche werden mit wasserlöslichen N-Trichlormethylthio-Derivaten fortgeführt.

Chirurgisch-orthopädische Klinik und Institut für Organische Chemie und Biochemie der Friedrich-Schiller-Universität, Jena

K. Aderhold und F. Fischer

Eingegangen am 7. August 1957

[1]) Warburg, O.: Stoffwechsel der Tumoren. Berlin: Springer 1926. — [2]) Kittleson, R. A.: Science [Lancaster, Pa.] **115**, 88 (1952).

Erzeugung von Leukosen bei der Ratte durch ein leukämogenes Agens der Maus *)

In früheren Mitteilungen[1]) wurde von uns über die homologe Übertragung von myeloischen Leukämien bei der Maus durch zellfreie Filtrate berichtet. Nachfolgend sollen kurz erste Ergebnisse einer heterologen Wirkung dieses virusartigen Agens der Maus beschrieben werden.

Zellfreies G4-Filtrat aus leukämischen Lymphknoten einer Maus, die etwa 3 Monate nach Injektion von wirksamem Mäusetumor-Filtrat an einer generalisierten myeloischen Leukämie erkrankte, wurde neugeborenen Ratten intracerebral appliziert (0,05 ml einer Aufarbeitung 1:10 pro Tier). Unter neun behandelten und länger als 2 Monate überlebenden Ratten traten bei 4 Tieren im Alter von 3 bis 5 Monaten eindeutige Leukosen vorwiegend myeloischen Charakters auf, an denen die Tiere verstarben. In 3 Fällen handelte es sich um hauptsächlich intrathorakal lokalisierte Leukosen in Form kirsch- bis walnuß-großer Tumoren im Mediastinum und im Bereich des Thymus, die Herz und Lunge verdrängten und infiltrativ wuchsen. Histologisch zeigten sie positive Peroxydasereaktion. Beim 4. Fall waren, außer einer starken Milz- und Lebervergrößerung, multiple bis erbsengroße Knoten im Bereich des ganzen Mesenteriums vorhanden, bei denen es sich histologisch um leukämische Wucherungen handelte. Die positiven Fälle zeigten außerdem charakteristische leukämische Infiltrate in der Leber und in anderen Organen, während das Blut weniger verändert war.

Trotz der geringen Zahl betrachten wir den Zusammenhang zwischen der leukämischen Erkrankung der Ratten und der Applikation des zellfreien Filtrates aus leukämischen Mäuselympknoten als gegeben, da wir bei unserem umfangreichen Sektionsmaterial bei unbehandelten Tieren gleicher Herkunft (Wistar-Ratten und ein eigener nicht-ingezüchteter Stamm) die gleichen pathologischen Veränderungen bis jetzt niemals beobachten konnten. Das Mäuse-Leukämieagens scheint also unter bestimmten Bedingungen auch *heterolog* wirksam zu sein. Über eine *homologe* Leukämieerzeugung bei der Ratte durch zellfreie Filtrate aus einem Rattentumor wurde kürzlich von Svec, Thurzo u. Mitarb. berichtet[2]).

Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften, Berlin-Buch, Abteilung Biologische Krebsforschung

A. Graffi und J. Gimmy

Eingegangen am 21. August 1957

*) 17. Mitteilung.

[1]) Graffi, A., H. Bielka, F. Fey, F. Scharsach u. R. Weiss: Naturwiss. **41**, 503 (1954). — Wien. med. Wschr. **1955**, 61. — Graffi, A., H. Bielka u. F. Fey: Acta haematol. [Basel] **15**, 145 (1956). — Gimmy, J., W. Krischke u. A. Graffi: Naturwiss. **43**, 305 (1956). — [2]) Svec, F., E. Hlavay, V. Thurzo u. P. Kossey: Acta haematol [Basel] **17**, 34 (1957).

Über die Züchtung einiger tierpathogener Virusarten auf Epithelzellkulturen von Schweinenieren

Wie bereits von Mayr und Schwöbel[1a]), [2]), Guillot[3]) und Haas[4]) berichtet wurde, können Kulturen epithelialer Zellen durch das Trypsinierungsverfahren nach Dulbecco[5]) auch von Schweinenieren hergestellt werden. Die Vermehrung verschiedener Virusarten auf solchen Zellkulturen, namentlich des Teschen-Virus[1]), einiger Stämme der Gruppen A und B des Influenza-Virus[4]) sowie des Maul- und Klauenseuche-Virus (Typ O)[3]) ist bekannt. Nachdem wir die Kulturen von Schweinenierenepithelzellen (SNE-Zellen) mit gutem Ergebnis herstellen konnten, beschäftigten wir uns mit der Empfänglichkeit dieser Zellkulturen für einige weitere Virusarten.

Wir fanden, daß die Viren der Herpes-Gruppe (Aujeszky-, B- und Herpes simplex-Virus), der EMC-Gruppe (Columbia SK- und Encephalomyokarditis-Virus) und verschiedene Stämme des Zeckenencephalitis-Virus in SNE-Kulturen gezüchtet werden können. Diese Virusarten zeigen in fortlaufenden Passagen einen cytopathogenen Effekt, der im Falle der Herpes-Gruppe als recht spezifische, im Falle der EMC- und Zeckenencephalitis-Viren als uncharakteristische Gewebsalteration erscheint. Das reproduzierte Virus ist in der Kulturflüssigkeit vorhanden, die für die Viruspassagen und Titerbestimmungen benutzt wurde. Der Nachweis der Vermehrung dieser Viren in den durchgeführten 6 bis 12 Passagen erfolgte durch Titration auf Mäusen und SNE-Kulturen (cytopathogener Effekt). Die Identifizierung des reproduzierten Virus wurde bei der Herpes-Gruppe auf histologischem Wege, bei den übrigen Viren durch Neutralisationstests mit spezifischen Antiseren vollzogen.

In Tabelle 1 werden einige Daten über Latenzzeit und Virusausbeute der auf SNE-Kulturen gezüchteten Virusarten verglichen. Die Latenzzeit bezieht sich auf eine Inokulationsdosis von 100 bis 1000 cytopathogenen Einheiten und gibt die Zeit in Tagen an, die von der Beimpfung der Kultur bis zur Ausbildung ausgedehnter Gewebsschädigungen verstrichen ist.

Tabelle 1. *Latenzzeit (L.Z.) in Tagen und negativer Logarithmus des cytopathogenen Titers (Log) für verschiedene Viren*

Virus	L.Z.	Log	Virus	L.Z.	Log
Aujeszki . .	½—1	6,0	Col. SK . . .	2	4,5
B	2	4,0	RSSE . . .	1—2	4,0
Herpes . . .	3	2,0	CEE	3—5	3,5
			CSR	2—3	3,0
EMC	1—2	5,5	OKI	2	3,0

Daneben werden die negativen Logarithmen des cytopathogenen Titers der einzelnen Virusarten angegeben. Die Werte beziehen sich auf die 6. bis 7. Passage in SNE-Kulturen.

Aus den Daten ist ersichtlich, daß sich das Aujeszky-Virus, das auch eine Pathogenität gegenüber Schweinen aufweist, am besten unter den Viren der Herpes-Gruppe züchten ließ. Am wenigsten empfänglich scheinen die SNE-Zellen für das Herpes-Virus zu sein, dessen cytopathogene Wirkung nie zu einer vollständigen Zerstörung des Gewebes führte. Unter den übrigen Virusarten unterscheiden sich die Zeckenencephalitis-Stämme durch ihre Herkunft: neben einem RSSE-Stamm zeigen wir einen in Österreich (CEE) und einen in Ungarn (OKI) isolierten Stamm sowie den Durchschnitt von 4 der 10 untersuchten tschechoslowakischen Stämme (CSR). Während die Latenzzeiten dieser Stämme verschieden sind, ist die Ausbeute an cytopathogenem Virus bei allen Stämmen etwa gleich, aber kleiner, als sie beim EMC-Virus gefunden wurde.

Bei Versuchen mit anderen Virusarten ließen alle 3 Typen der Poliomyelitis-Viren, 8 Coxsackie-A-Stämme und das JHM-Virus weder einen cytopathogenen Effekt auf SNE-Kulturen erkennen noch eine Virusvermehrung in der Kulturflüssigkeit nachweisen.

Eine ausführliche Darstellung weiterer Ergebnisse erscheint an anderer Stelle.

Laboratorium der Stiftung zur Erforschung der spinalen Kinderlähmung und der Multiplen Sklerose, Hamburg-Eppendorf

B. v. Kerékjártó und B. Hieronymi

Eingegangen am 22. August 1957

[1]) Mayr, A., u. W. Schwöbel: a) Mh. Tierheilk. **8**, 49 (1956). — b) Zbl. Bakter. I Orig. **168**, 336 (1957). — [2]) Schwöbel, W.: Zbl. Bakter. I Orig. **168**, 329 (1957). — [3]) Guillot, P.: Ann. Inst. Pasteur **93**, 81 (1957). — [4]) Haas, R., u. H. Wulff: Z. Hyg. **143**, 568 (1957). — [5]) Dulbecco, R., u. M. Vogt: J. of Exper. Med. **99**, 167 (1954).

Darstellung und Strukturordnung eines Tabakmosaikvirus-Einschlußkörpers in der Zelle

Systemisch virusinfizierte, junge Folgeblätter und Blüten vom Samsuntabak wurden mit gepufferter Osmiumsäurelösung fixiert. Zur Darstellung der Viren in der Zelle wurde erstmalig die von Strugger[1]) eingeführte Kontrastierung mit

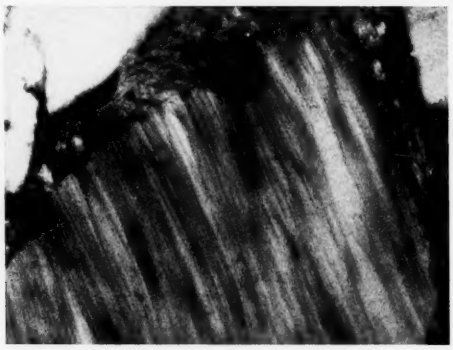


Fig. 1. Osmiumsäurefixierte hexagonale Platte, Schichtung nicht erhalten. 25 000×

Uranylacetat angewandt. (1%ige Lösung in aqua dest., Behandlung der Folgeblätter bis zu 2 Std, der Blüten bis zu 4 Std, anschließend wässern.) Die Kontrastierung mit Uranylacetat macht die bisher bei elektronenmikroskopischen Untersuchungen virusinfizierter Zellen übliche Schrägbedampfung der ultradünnen Schnitte weitgehend überflüssig. Ein Vergleich nur osmiumsäurefixierter Einschlußkörper (Fig. 1) mit solchen, die zusätzlich eine Kontrastierung erfuhren (Fig. 2), zeigt in überzeugender Weise die Brauchbarkeit der Methode. Die Weiterbehandlung der Objekte nach der Kontrastierung erfolgte nach der in der Elektronenmikroskopie üblichen Methode. Die Ultradünnschnitte wurden mit dem Ultramikrotom nach Sjöstrand hergestellt. Die elektronenmikroskopische Analyse erfolgte am Elmiskop Ia von Siemens bei 80 kV.

Die Strukturuntersuchung der als hexagonale Platten oder Prismen seit Iwanowski[2]) bekannten Viruseinschlußkörper ist wegen der Labilität derselben nur bedingt möglich und außerhalb der Zelle überhaupt nicht. Eine polarisationsmikroskopische Studie der hexagonalen Prismen vitaler Haarzellen führten Wilkins u. a.[3]) durch. Vorliegende licht- und elektronenmikroskopische Befunde stellen eine notwendige Ergänzung und Erweiterung ihrer Ergebnisse dar.

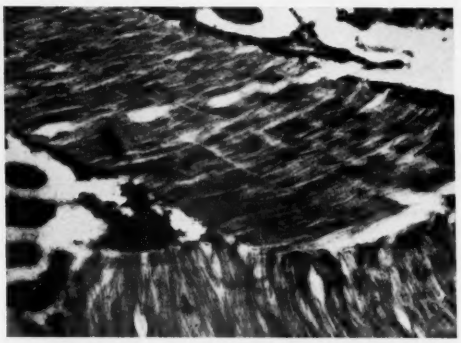
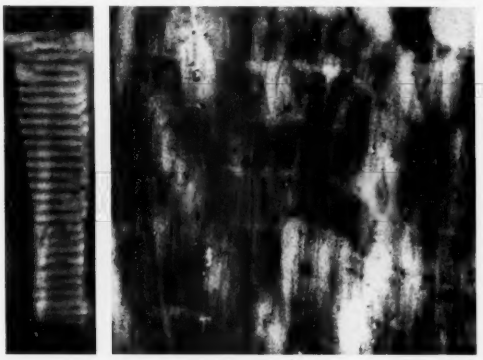


Fig. 2. Osmiumsäurefixierte und uranylkontrastierte hexagonale Platte, Schichtung erhalten. 13 300×

Bei lichtmikroskopischer Beobachtung wasserinfiltrierter Blütenblätter virusinfizierter Tabakpflanzen ist unter vitalen Untersuchungsbedingungen und ohne Anwendung jeglicher



a b

Fig. 3a u. b. a Hexagonales Prisma nach Quellung mit 1 m KSCN, deutliche Schichtung. 2380×. b Aufbau der Einzelschicht hexagonaler Platten aus TMV-Partikeln von ungefähr 300 mμ Länge. 25 000×

Dünnschnittechnik der Schichtenaufbau vieler hexagonaler Prismen eindeutig festzustellen. Im Quellungsexperiment mit 0,8 m KOH oder 1 m KSCN ist die Schichtenstruktur aller hexagonalen Prismen in nicht fixierten Zellen nachweisbar (Fig. 3a). Im Elektronenmikroskop fanden nach Anwendung der eingangs erwähnten Methode die lichtmikroskopischen Befunde ihre Bestätigung und Erweiterung.

a) Die hexagonalen Prismen bestehen im wesentlichen aus Virusmaterial. Für eine Mitbeteiligung anderer Stoffe am Prismenaufbau bestehen keine Anzeichen; über den ursprünglichen Wassergehalt ist keine Aussage möglich. — b) Eine eigentliche Prismenmembran existiert nicht. Es kommt jedoch eine unterschiedlich starke Umhüllung durch das Cytoplasma vor; ist der Cytoplasmaschlauch dünn, so wird zum Teil eine Membran vorgetäuscht. — c) Die hexagonalen Prismen zeigen eine deutliche Schichtung senkrecht

zur hexagonalen Achse (Fig. 2). — d) Die Einzelschicht wird dabei von Tabakmosaikvirus-Stäbchen von ungefähr 300 mμ Länge in dichter Parallelordnung aufgebaut (Fig. 3b). Bei unzulänglicher Fixation erfolgt offensichtlich sehr rasch eine Längsaggregation der Viruspartikeln; unter Erhaltung der äußeren Umrißform werden längsfibrillär aufgebaute Prismen gefunden [Fig. 1, vgl. auch [4])]. In vergröberter, auch lichtmikroskopisch sichtbarer Ausbildung werden diese nadeligen Zerfallsformen der hexagonalen Prismen nach Azidifizierung aufgefunden.

Botanisches Institut der Universität, Münster i. Westf.

W. Wehrmeyer

Eingegangen am 3. August 1957

[1]) Strugger, S.: Naturwiss. **43**, 357 (1956). — [2]) Iwanowski, D.: Z. Pflanzenkrankh. [Pflanzenpathol.] Pflanzenschutz **13**, 1 (1903). — [3]) Wilkins, M. H. F., A. R. Stokes, W. E. Seeds u. G. Oster: Nature [London] **166**, 127 (1950). — [4]) Brandes, J.: Phytopath. Z. **26**, 93 (1956).

Effect of MM and of Poliomyelitis Viruses on Nucleases and Phosphomonoesterases of the Central Nervous System of Infected Animals

Enzyme-changes were described during in vitro infection with virus[1a–e]). Now we report similar studies in experimental animals. 20 albino, 30 gray mice (C_3H) and 12 guinea pigs were injected intramuscularly with 0.2 ml of a „Brei" in 10^{-4} dilution, containing MM virus *). The controls were killed simultaneously, the brain and cord removed and stored frozen. 5% (w/v) aqueous homogenates was prepared from pools by grinding for 10 min in cold Waring Blendor. The brain of Rhesus inoculated with Type I **) poliomyelitis virus (Mahoney) was assayed similarly. A spectrophotometric and the total acid soluble phosphorus (TASP) techniques[1d]) were used for RNA-ases, viscosimetric and TASP methods for DNA-ases[1a,e]) and the usual procedures for monoesterases[1a,b]). Results of various batches are illustrated in Table 1. Persistence or increase of RNA-ases in infected nerve-tissue was paralleled by the decrease of DNA-ases. The results on the 2 groups of animals checked with alternative methods were in agreement. Turbidimetric comparison[1a,b]) showed lower values in infected homogenates (normal 1250 Klett units/ml, MM virus 1100/ml). Reduction of phosphomonoesterase activity was observed in the pathological group (Table 2). Fig. 1 shows an activity curve. The initial higher value in infected (due may be to better dispersion) is overpassed by the normal during prolonged incubation. This pattern was more pronounced with the alkaline phosphatase. In the inoculum (frozen brain stored at 4° C in glycerine or saline) a great reduction of the enzymes was observed, relative to normal fresh homogenate. The difference was 10% for acid RNA-ase, 15% for alkaline phosphatase, 19% for simple-nucleotidase, 24% for 5-nucleotidase and 61% for acid phosphatase. These numbers indicate various sensitivities against the virus-effect[1a,b,c]). Freezedrying of the infected tissue preserved the enzymes. The agreement between the findings on TC's[1a–d]), experimental animals[1f]),[2]) and CFS's of poliomyelitis patients[1g]) is of great significance. The different behaviour of RNA-ases and DNA-ases is noteworthy. The analogy between *in vitro* and *in vivo* findings emphasize the primary role of the RNA-ases[1d]). Gollan et al.[3]) found decrease in RNA of the CNS infected with MM virus. The high RNA-ase level and inhibition of DNA-ases may explain their findings. The different behaviour in some assays suggest that certain enzyme-activities go through a maximum, in parallel with the biosynthesis of the virus and pathological alterations of the host cells[1a–e]). Therefore the sequence of the changes has to be examined. In homogenates both diseased and normal nerve-cells are present; in spite of this there is marked difference between normal and infected groups. This might be magnified by elective techniques.

Table 1. *Effect of MM and poliomyelitis viruses on the nucleases of nerve-tissues*

5% homog. of brain and cord of	RNA-ase *); as Δ of extinction at 2600 Å		DNA-ase *); as % decrease of viscosity	
	p_H 5	7.6	p_H 5	7
20 normal mice, mean of 3 assays	0.115	1.049	12	3
20 infected, MM virus dil. 10^{-4}	0.165	1.390	7	1.8
	RNA-ase as increase in TASP (μg/ml)		DNA-ase as increase in TASP (μg/ml)	
2 normal Rhesus, mean of duplic.	7.9	1.4	—	1.0
2 inf., poliovir. (Mahoney) dil. 10^{-6}	9.0	1.4	—	0.4

*) Composition: 0.2 ml of 5% brain, cord hom. + 1,8 ml water + 2 ml of 0.35% RNA in buffers, or 3 ml of 0.15% DNA in buffers. Incubation 2 hrs at 37° C [[1a,d,f]].

Table 2. *Effect of virus on phosphomonoesterases *) of nerve tissue*

5% homog. of brain + cord of	Acid and alkaline phosphatase		5-Nucleotidase	Simple-NT-ase
	as increase in IP μg/ml of system, incub. 2 hrs at 37° C			
	p_H 5	p_H 10.9	p_H 8.5	p_H 8.5
10 normal guinea pigs	1.65	1.05	6.00	0.70
10 infected with MM virus, dil. 10^{-4}	0.05	no activity	0.60	no activity

*) Composition: 0.2 ml homogenate + 1.8 ml d. water + 6 ml substrate; procedures as before[1a,b,c]).

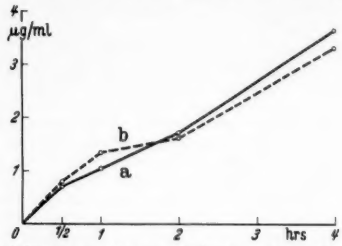


Fig. 1. Acid PH-ase in MM virus infected G.pig brain. Abscissae: incubation at 37° C in hours. Ordinates: increase in IP μg/ml of system. a normal, b infected

Department of Hygiene and Preventive Medicine, University of Toronto, Canada

Ernest Kovacs ***) and Joseph Kovacs

Eingegangen am 2. August 1957

*) Kindly supplied by Prof. C. W. Jungeblut, Columbia University, New York.

**) Courtesy of Dr. D. R. E. MacLead of the Connaught Med. Res. Laboratories, University of Toronto.

***) Present adress: Hamburg, Stiftung zur Erforschung der spinalen Kinderlähmung und der Multiplen Sklerose, Universitätsklinik Eppendorf.

[1]) Kovacs, E.: a) Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. **92**, 183 (1956). — b) J. Exp. Medicine **104**, 356 (1956). — c) Minerva med. [Torino] **48**, 2157 (1957). — d) In: G. Malat, Infet. Paras., appearing Aug. 1957. — e) Z. Naturforsch. 1957. — f) Experientia (in press). — g) J. Pediatr. **47**, 691 (1955). — [2]) Bauer, D. J.: In: The nature of virus multiplication, II. Symp. Soc. Gen. Microbiol. Oxford, 1952. Cambridge: Cambridge University Press 1953. — [3]) Gollan, F., C. P. Barnum and O. Olsen: Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. **69**, 34 (1948).

Zur Frage der RNS-Synthese in kernlosen Teilen von Acetabularia

Brachet u. Mitarb.[1]) haben mitgeteilt, daß es in kernlosen vorderen Hälften der einkernigen Grünalge *A. mediterranea* zu einer meßbaren Vermehrung der cytoplasmatischen RNS-Fraktion komme. Als Methode diente eine Isotopenverdünnungstechnik. Die üblichen Methoden sollen nach den Autoren auf *Acetabularia* nur mit großen Schwierigkeiten anwendbar sein. Sie geben jedoch mit kleineren Modifikationen gute Resultate, wie unabhängig vom Autor schon zwei weitere Mitarbeiter des hiesigen Laboratoriums festgestellt hatten (unveröffentlicht).

Das Versuchsmaterial wurde nach den Vorschriften von Hämmerling und Beth[2]) kultiviert. Aus kurz vor der Hutbildung stehenden Zellen gleicher Anzucht wurden durch Zerschneiden kernhaltige Rhizoidteile sowie gleichlange kernlose Vorder- und Hinterstücke von je 12 mm Stiellänge hergestellt. Am Ende der Versuchszeit — 28 Tage — hatten die kernhaltigen Teile viel Stiel und häufig schon Hüte gebildet. Die

kernlosen Vorderstücke hatten weniger Stiel und seltener Hüte gebildet. Die kernlosen Hinterstücke schließlich hatten so gut wie keinen neuen Stiel und niemals Hüte gebildet. Diese absteigende Reihe der Leistungen entspricht dem üblichen Verhalten[3]). Die von BRACHET u. Mitarb. nicht geprüften kernlosen Hinterstücke wurden in die Versuche einbezogen, weil auch sie eine Proteinnettosynthese besitzen[4]), also nicht nur die wachsenden Vorderstücke[1]), [3]). Der Grad der Proteinnettosynthese nimmt konform mit der Leistung der Teile ab. Er ist also nach 28 Tagen am höchsten bei den kernhaltigen Teilen, darauf folgen die kernlosen Vorderstücke: Zunahme des Proteinstickstoffes bis zu 270% bei Teilen gleicher Länge und von Pflanzen desselben Entwicklungsstadiums stammend, wie sie für die RNS-Bestimmungen verwendet wurden. Bei kernlosen Hinterstücken ist die Proteinzunahme am geringsten (bis zu 60%)[4]). Wegen der von BRACHET seit langem vertretenen Ansicht über die Beziehungen zwischen Proteinsynthese und RNS-Synthese, welche die angeführten Autoren nach ihren *Acetabularia*-Versuchen bestätigt fanden, schien die Einbeziehung dieser Teilstücke besonders erwünscht.

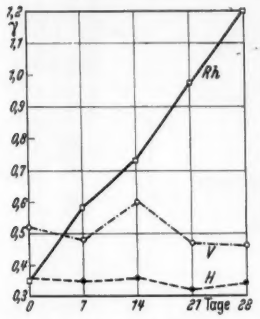


Fig. 1. RNS-Gehalt von kernlosen Vorder- (V) und Hinterstücken [(H) = Zellteile, denen hinten nur das Rhizoid amputiert war] sowie von kernhaltigen Rhizoidteilen (Rh) über 28 Tage. Kultur in Erdschreiber[3]), Temp. etwa 21°, Belichtung 12 Std täglich mit ~2500 Lux. Probeentnahme und Messung alle 7 Tage; die Meßpunkte sind Mittelwerte von zwei Serien des gleichen Materials zu je 50 Teilstücken. Länge der noch hutlosen Ausgangspflanzen: 3,5 bis 5,0 cm. Stiellänge der Versuchsteile jeweils 12 mm. Den kernhaltigen Teilen wurde das Rhizoid vor der Extraktion abgeschnitten. (Der Anstieg der Vorderstücke am 14. Tage ist ungesichert.) Ordinate: γ RNS/Teilstück

Zur Inaktivierung der Enzyme und zur Entfernung störender Substanzen wurde das Versuchsmaterial zunächst kurz in kochenden Alkohol gegeben[5]). Alle weiteren Extraktionen erfolgten nach der von OGUR und ROSEN[6]) beschriebenen Methode, die nur wenig modifiziert wurde (16 Std Extraktion mit 1,0 n Perchlorsäure bei 4°). Die Absorption der klaren, ungefärbten $HClO_4$-Extrakte wurde im Beckmann-Spektralphotometer im UV-Bereich von 220 bis 310 mμ gemessen. Beim Vergleich paralleler Proben des gleichen Versuchsmaterials ergaben sich für das charakteristische Absorptionsmaximum bei 260 mμ Abweichungen von ±10%. Störungen durch Mikroorganismen konnten weitgehend ausgeschaltet werden, da die Zellmembranen der Algenteile nach den vorbereitenden Extraktionen frei von Verunreinigungen waren. Die Absolutmengen an RNS wurden aus dem Phosphorgehalt der $HClO_4$-Extrakte und deren Extinktion bei 260 mμ errechnet[7]); die P-Bestimmung erfolgte nach KUHL[8]).

Aus Fig. 1 geht hervor, daß entgegen den Angaben von BRACHET u. Mitarb.[1]) weder in kernlosen Vorder- noch in Hinterstücken über einen Zeitraum von 28 Tagen eine echte Vermehrung des RNS-Gehaltes gefunden werden konnte; die kernhaltigen Teile dagegen zeigten in Übereinstimmung mit diesen Autoren eine gleichmäßige, linear ansteigende Zunahme ihrer RNS.

Junge und ältere Pflanzen, denen nur das Rhizoid mit dem Kern entfernt wurde, verhielten sich hinsichtlich ihrer RNS-Synthese wie die hier angeführten kernlosen Teilstücke; auch bei ihnen konnte bisher keine deutliche Zunahme festgestellt werden. Bei den kernhaltigen ganzen Pflanzen war sie dagegen wiederum beträchtlich.

Vor einer näheren Diskussion muß versucht werden, aufzuklären, worauf die vorliegenden Unterschiede beruhen.

Mit persönlicher und sachlicher Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Max-Planck-Institut für Meeresbiologie, Wilhelmshaven, Abteilung Hämmerling

GERHARD RICHTER

Eingegangen am 24. August 1957

[1] BRACHET, J., H. CHANTRENNE u. F. VANDERHAEGHE: Biochim. Biophys. Acta **18**, 544 (1955). — BRACHET, J., u. H. CHANTRENNE: Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. **21**, 329 (1956). — [2]) HÄMMERLING, J.: Arch. Protistenkunde **97**, 7 (1944). — BETH, K.: Z. Naturforsch. **8b**, 334 (1953). — [3]) HÄMMERLING, J.: Roux' Arch. **131**, 1 (1934). — Internat. Rev. Cytol. **2**, 475 (1953). — [4]) WERZ, G.: Zit. in J. HÄMMERLING: Biol. Zbl. **74**, 545 (1955). — WERZ, G., u. J. HÄMMERLING: Unveröffentlicht. — [5]) MARKHAM, R.: In: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse, herausgeg. von K. PAECH und M. V. TRACEY. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956. — [6]) OGUR, M., u. G. ROSEN: Arch. of Biochem. **25**, 262 (1950). — [7]) CHARGAFF, E., u. S. ZAMENHOFF: J. of Biol. Chem. **173**, 327 (1948). — [8]) KUHL, A.: Diss. Marburg 1957.

Über Morphosen bei Aspergillus

Bei Kultur von *Aspergillus repens* in geschlossenen Petri-Schalen lassen sich regelmäßig stark abweichende Wuchsformen erzeugen, wenn die Schalen in Räumen von hoher relativer Feuchtigkeit verbleiben. Auf 3%igem Malzagar (3% Trockenmalzextrakt, 1,5% Agar, Leitungswasser) sind bei 28° C sämtliche Conidienträger deformiert, wenn eine relative Dampfspannung von 95% und mehr in dem die Petri-Schalen umgebenden Raum herrscht. Unter diesen Bedingungen erweisen sich die Sterigmen als Orte von besonderer morphologischer Labilität. Während sie unter normalen Verhältnissen eine Länge von 7 bis 10 μ besitzen — ein Kennzeichen, das auch zur systematischen Diagnose mit verwertet wird —, können sie bei hoher Luftfeuchtigkeit zu über 100 μ langen Schläuchen auswachsen (Fig. 1), die oft auch dann noch

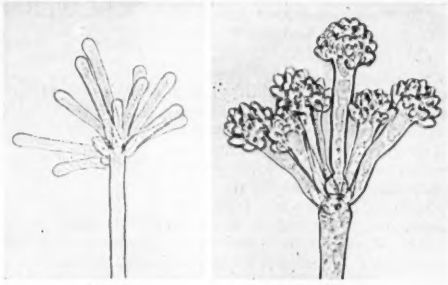


Fig. 1 Fig. 2

Fig. 1. Aspergillus repens, Conidienträger mit proliferierten Sterigmen

Fig. 2. A. repens, Conidienträger mit jungen Sekundärköpfchen

ihre Funktion der Conidienbildung ausüben. In vielen Fällen verhalten sich die Sterigmen, die morphologisch in ihrer Situation an der Endblase eines Conidienträgers bereits determiniert sein sollten, wie sekundäre Conidienträgerstiele und schwellen am Ende zu neuen Blasen an, die wieder mit funktionierenden Sterigmen versehen werden. Es resultieren daraus mehr oder weniger regelmäßig wirtelig verzweigte Conidienträger (Fig. 2), die in dieser Form eigentlich nicht mehr in den Rahmen der Gattungsdiagnose hineinpassen. Auch die Conidien verhalten sich hinsichtlich ihrer Größe und Oberflächenstruktur abweichend. Es fehlt in der Literatur nicht an Hinweisen, daß solche Morphosen bei *Aspergillus* sporadisch beobachtet worden sind. Eine vergleichbare Form, bei der die entsprechenden Abweichungen aber genetisch manifest geworden sind, wurde als *Aspergillus proliferans* SMITH beschrieben[1]). Bei dieser Art, die vielleicht als Mutation aus *A. repens* entstanden ist, tritt jedoch immer ein bestimmter Prozentsatz Conidienträger vom normalen Aspergillustyp auf, und solche mit proliferierten Sterigmen sind viel weniger regelmäßig ausgebildet als die oben beschriebenen modifikativ entstandenen.

Für das Zustandekommen solcher Morphosen ist natürlich nicht allein die Feuchtigkeit des umgebenden Raumes verantwortlich, sondern das Zusammenspiel mehrerer Faktoren. Die Conidienträger entwickeln sich auch bei 28° C und 95% relativer Feuchtigkeit völlig normal, wenn statt des 3%igen Malzagars ein solcher von 30% verwendet wird. Sie bekommen jedoch auch auf 30% Malzagar stark proliferierte Sterigmen, wenn die Kultur ebenfalls bei 95% relativer Feuchte, aber bei einer Temperatur von 32° C gehalten wird. Auf Czapek-Dox-Agar ist die Neigung zur Bildung solcher Anomalien viel geringer. Sie lassen sich aber auf Czapek-Dox-Nährböden mit 3% Rohrzucker-Gehalt leichter hervorrufen als bei solchen mit 20% Rohrzucker. Besonders interessant sind Wuchsformen, die an der Grenze einer für die Bildung von Morphosen wirksamen Behandlung entstehen. Hier zeigt sich im morphologischen Bild die auch sonst bekannte Labilität des Organismus

hinsichtlich der Ausbildung von vegetativen (Conidienträgern) und generativen Fruktifikationsorganen (Ascogonen). In diesem labilen Zustand können am gleichen Conidienträger einige Sterigmen in normaler Funktion Conidien hervorbringen, andere zu sekundären Conidienträgern auswachsen, und wieder andere können sich direkt zu Ascogonschrauben umbilden. Hyphen aus der vegetativen Phase gehen also manchmal in den generativen Zustand über. Der umgekehrte Verlauf ist bisher nur einmal beobachtet worden: aus einem morphologisch markierten Ascogon sind sterigmenartige Hyphen hervorgewachsen, die Conidien abgliederten. Nach diesen Beobachtungen scheint die Zellwand am Orte der Sterigmen- und Conidienbildung besonders leicht deformierbar zu sein. Das ist gut zu verstehen, da an diesen Punkten auch bei normaler Entwicklung eine sekundäre Veränderung einsetzt. An der anfangs geschlossenen Wand der jungen Blase entstehen später die Sterigmen als lokale Auftreibungen, und an der anfangs geschlossenen Wand des Sterigma bilden sich Conidien als lokal begrenzte Ausweitungen. Wenn es sich bestätigen sollte, daß die Hydraturverhältnisse des Nährbodens und des umgebenden Raumes hier primär wirksam sind, dann ist es vielleicht kein Zufall, daß eine erhöhte relative Dampfspannung bei *Aspergillus repens* und anderen Pilzen der *A. glaucus*-Serie so starke morphologische Veränderungen hervorrufen kann, denn gerade *A. glaucus* ist unter den Schimmelpilzen als verhältnismäßig xerophil bekannt[2]). Von den sich aus diesen Tatsachen ergebenden Problemen für die Entwicklungsmechanik, speziell für das Membranwachstum solcher Pilze sollen einige an anderer Stelle gesondert dargestellt werden.

Pflanzenphysiologisches Institut der Freien Universität Berlin, Berlin-Dahlem

CHARLOTTE THIELKE

Eingegangen am 12. August 1957

[1]) SMITH, G.: Brit. Mycol. Soc. Trans. **26**, 24 (1943). — [2]) WALTER, H.: Z. Bot. **16**, 353 (1924).

Rezeptorpotentiale einzelner retinaler Zapfen der Katze

Mit Mikroelektroden aus Pyrexglas (Spitzendurchmesser unter 0,5 μ, mit 3 n-KCl-Lösung gefüllt) wurden *intrazelluläre Rezeptorpotentiale von der Zapfen- und Stäbchenschicht der Katzenretina* abgeleitet und mit den Aktionspotentialen der benachbarten Neurone aus den retinalen Nervenzellschichten verglichen. Die *Reaktionspotentiale der Rezeptoren sind Gleichspannungsänderungen des Membranpotentials*, deren Amplitude von der Lichtintensität etwa entsprechend dem Weber-Fechnerschen Gesetz abhängig ist, und die zeitlich der Lichtreizdauer folgen. Sie zeigen *bei Belichtung intrazellulär negative Potentialrichtung*, also eine Vergrößerung des Ruhemembranpotentials *(Hyperpolarisation)*.

Das *Einstichmembranpotential* beträgt 15 bis 40 mV, das *Rezeptorpotential auf einen Lichtreiz* 3 bis 25 mV. Bei gleicher Lichtintensität war das Reaktionspotential meistens umso höher, je höher das Einstichmembranpotential war, was vermutlich Ausdruck verschiedener Schichten innerhalb des Rezeptors ist.

Das Reaktionspotential auf einen Dauerlichtreiz steigt nach einer intensitätsabhängigen Latenzzeit von 8 bis 15 msec innerhalb von 10 bis 20 msec auf einen Maximalwert an *(H-Welle)* und sinkt danach rasch um 10 bis 30% ab, um dann bei längerer Dauer des Lichtreizes ein Plateau zu bilden, das nur sehr langsam weiter abnimmt (Fig. 1b). Das *maximale Rezeptorpotential der H-Welle* nach „Licht an" (on-Effekt) bedingt offenbar die hochfrequente Primärentladung der nachgeschalteten Neurone (Fig. 1c), und sein Abklingen bildet wahrscheinlich die neurophysiologische Basis der Heringschen „*Momentanadaptation*". Der *off-Effekt* besteht in einer intrazellulär positiv gerichteten Potentialänderung, welche meist innerhalb von 40 bis 70 msec das Ruhepotential erreicht. Er verläuft also wesentlich träger als der on-Effekt, was von uns schon nach den Neuronenentladungen vermutet wurde.

Die von SVAETICHIN[6]) und MOTOKAWA u. Mitarb.[5]) bei den Zapfen der Fischretina gefundenen verschieden gerichteten Potentialänderungen bei komplementären Gegenfarben konnte mit einer allerdings noch unvollständigen Farbreizmethode bisher noch nicht beobachtet werden.

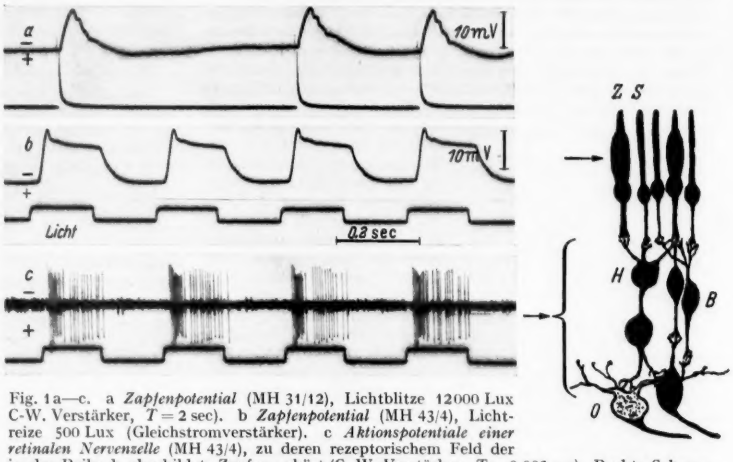


Fig. 1a—c. a *Zapfenpotential* (MH 31/12), Lichtblitze 12000 Lux C-W. Verstärker, $T = 2$ sec). b *Zapfenpotential* (MH 43/4), Lichtreize 500 Lux (Gleichstromverstärker). c *Aktionspotentiale einer retinalen Nervenzelle* (MH 43/4), zu deren rezeptorischem Feld der in der Reihe b abgebildete Zapfen gehört (C.-W.-Verstärker, $T = 0{,}003$ sec). Rechts Schema der Retina (nach POLYAK). *Z* Zapfen, *S* Stäbchen, *B* Bipolarzellen. *H* Horizontalzellen, *O* Zellen des N. opticus. — Aus sämtlichen Nervenzellschichten der Retina konnten „spikes" abgeleitet werden, wie sie in c dargestellt sind, während die Rezeptorpotentiale der Zapfenschicht immer wie in a und b Gleichstrom-Generatorpotentiale waren

Auf kurze, 0,3 msec dauernde *Lichtblitze* (Fig. 1a) reagiert der Rezeptor mit einem 30 bis 100 msec dauernden Potential, welches innerhalb von 10 bis 25 msec ein Maximum erreicht und daraufhin sofort wieder, meist in Stufen, absinkt.

Bei *Flimmerlichtreizen* (Hell-Dunkelverhältnis 1:1) vermindert sich mit steigender Flimmerfrequenz über 2/sec die Amplitude (mV) und die Anstiegssteilheit (mV/msec) des Rezeptorpotentials. Auch das *Flächenintegral* (mV · msec), für jeweils 1 sec gemessen, vermindert sich über 5 bis 8 Lichtreizen/sec sehr rasch. Bei Lichtblitzserien steigender Frequenz wird ein deutliches Maximum des Flächenintegrals zwischen 8 und 15 Blitzreizen/sec erreicht.

Die von JUNG und BAUMGARTNER[3]) an den corticalen Neuronen und von uns[2]) an den retinalen Neuronen beschriebene *Überlastungshemmung* bei Lichtblitzen steigender Frequenz scheint somit zum großen Teil durch das Verhalten der retinalen Rezeptoren bedingt zu sein. Die *Überlastungshemmung bei Flimmerlicht* mit Helldunkelverhältnis 1 : 1, welche an retinalen und corticalen Neuronen als die neurophysiologische Basis des *Brücke-Bartley-Effektes* beschrieben wurde [GRÜSSER und CREUTZFELDT[1]), [4])], ist jedoch nur zum Teil aus dem Rezeptorverhalten erklärbar. Die Rezeptorpotentiale folgen bei Flimmerlicht(500 Lux) bis zu 75 Lichtreizen/sec. Nach den Ergebnissen der Flimmerretinographie folgen Stäbchenpotentiale nur bis zu Flimmerfrequenzen von etwa 25/sec. Daher handelt es sich bei den abgeleiteten Rezeptoren mit großer Wahrscheinlichkeit um einzelne Zapfen.

Abteilung für klinische Neurophysiologie, Freiburg/Br.

OTTO-JOACHIM GRÜSSER

Eingegangen am 9. Juli 1957

[1]) GRÜSSER, O.-J., u. O. CREUTZFELDT: Pflügers Arch. **263**, 668 (1957). — [2]) GRÜSSER, O.-J., u. C. RABELO: Pflügers Arch. (1957). — [3]) JUNG, R., u. G. BAUMGARTNER: Pflügers Arch. **261**, 434 (1955). — [4]) JUNG, R., O. CREUTZFELDT u. O.-J. GRÜSSER: Dtsch. med. Wschr. **1957**, 1050. — [5]) MOTOKAWA, K., T. OIKAWA u. T. TASAKI: J. Neurophysiol. **20**, 186 (1957). — [6]) SVAETICHIN, G.: Acta physiol. scand. **39**, Suppl. 134 (1956).

Hochspannungselektropherogramme bei verschiedenen Erkrankungen

Die vorliegenden Ergebnisse ergaben sich aus der Fragestellung, inwieweit mittels der Hochspannungselektrophorese charakteristische Unterschiede zwischen Normalfällen, Silikose,

Tuberkulose, Silikose in Verbindung mit Tuberkulose, Rheuma, Carcinom und Pneumonie feststellbar sind. Außerdem wurde dabei innerhalb dieser Krankheitsbilder zwischen positiver und negativer polarographischer Serumreaktion unterschieden[1]).

Die benutzte Apparatur ist der von HEILMEYER angegebenen analog[2]). Die geringfügigen Änderungen sind bei [3]) angegeben. Die Streifennutzlänge betrug 350 mm, der Abstand

Tabelle 1. *Fraktionen, die bei mindestens 66 % der untersuchten Fälle auftreten*

Diagnose	*n*	*A*	*B*	*C*	*D*	*Z*
Normal (−)	7	1		2 3	1 2	
Silikose (−)	3			3 4	1	
Tbc (−)	4	0 1	0	0		2
Tbc (+)	6	1	0	0 1	5	2
Silikose mit Tbc (−)	4	0 1		4	3 4	
Rheuma (−)	4	1	1 2			1
Rheuma (+)	6	1		1		1
Carcinom (+)	8	1 2	1	3 4		
Pneumonie (+)	9	1	0 1 2	4		0 1

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse von nur einer bzw. zwei untersuchten Proben nicht übernommen worden. (−) bedeutet negative, (+) positive polarographische Serumreaktion. *n* gibt die Zahl der untersuchten Fälle an.

Start—Kathode (aufsteigend) 250 mm und Start—Anode (absteigend) 100 mm. Von der Startlinie zur Kathode hin liegen die Fraktionsgruppen *A*, *B*, *C*, *D*, zur Anode hin die Gruppen *Z* und *Y*, und zwar liegen die Untergruppen mit niedrigen Zahlen (z.B. B 0) der Kathode näher als die mit höheren Zahlen (B 1, B 2). Es ist natürlich bis zu einem gewissen Grade willkürlich, welcher Hauptgruppe die weiter entfernt liegenden Fraktionen zugeordnet werden.

Als Papier kam Schleicher & Schüll 2043b, glatt, zur Anwendung. Als Puffer diente die bei [2]) angegebene Mischung von p_H 3,6. Die Versuche wurden bei 50 V/cm, 45 min Laufzeit und gewöhnlich bei 4 mA/cm Streifenbreite ausgeführt. Zur Serumenteiweißung wurde die bei [2]) angegebene Mischung im Verhältnis zum Serum wie 2:1 benutzt. Der nach Eindampfen unter CO_2-Atmosphäre erhaltene Niederschlag wurde mit 0,5 ml Wasser aufgenommen und davon 0,1 ml pro 4 cm Streifenbreite mit einer Blutpipette aufgetragen.

Auf eine quantitative Auswertung wurde zunächst wegen der bei [4]) aufgezeigten Schwierigkeiten verzichtet. Bei weiteren Untersuchungen soll dabei nach [5]) verfahren werden. In Anbetracht der geringen Zahl der untersuchten Fälle ist auch eine rein qualitative Zuordnung bestimmter Fraktionen zum jeweiligen Krankheitsbild nur mit Vorbehalt möglich. Das Ergebnis unserer bisherigen Untersuchungen ist in Tabelle 1 enthalten.

Chemisches Laboratorium (Leiter: Dr. rer. nat. M. BÜCHNER) *der I. Medizinischen Klinik (Chefarzt: Prof. Dr. med. habil.* F. LICKINT) *des Stadtkrankenhauses, Dresden-Friedrichstadt*

H. BRAUN und M. BÜCHNER

Eingegangen am 10. August 1957

[1]) HASSELBACH, H., u. K. SCHWABE (in Zusammenarbeit mit F. LICKINT u. M. BÜCHNER): Pharmazie **5**, 310 (1955). — [2]) HEILMEYER, L., u. Mitarb.: Klin. Wschr. **1954**, 831. — [3]) BÜCHNER, M., H. BRAUN u. P. HOFFMANN: Z. ärztl. Fortbildg **1957**, 550. — [4]) HEILMEYER, L.: Vorträge aus dem Gebiet der klinischen Chemie und Cardiologie, S. 61. Stuttgart: Georg Thieme 1956. — [5]) KAY, R.E., u. Mitarb.: Z. analyt. Chem. **156**, 286 (1957). — Arch. of Biochem. a. Biophysics **63**, 14 (1956).

Besprechungen

Münzinger, F.: Atomkraft. Der Bau von Atomkraftwerken und seine Probleme. Eine Einführung für Ingenieure, Energiewirtschaftler und Volkswirte. Zweite, völlig neu bearbeitete, stark erweiterte Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1957. Gr.-8°. XII, 224 S., 171 Abb. u. 51 Tab. Gzl. DM 29.40.

Das vorliegende Buch von MÜNZINGER, „Atomkraft", stellt eine ausgezeichnete Einführung in die technischen Probleme der Atomenergie dar. Es ist das erste Buch auf dem deutschen Markt, das sich mit diesem neuen Gebiet der Technik beschäftigt. Bestechend nicht nur für den Fachmann ist die gedrängte, sich immer auf das Wesentliche beschränkende Form, sondern auch die von jedem Optimismus freie, nüchterne, vom eigenen Standpunkt aus erarbeitete Kritik, mit der die technischen Aspekte der Kernenergie gesehen werden.

Im ganzen betrachtet, versucht das Buch in völlig objektiver und vorurteilsloser Weise, das Für und Wider und die Aussichten der Atomentwicklung in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu beurteilen.

Besonders glücklich ist der technische Teil des Buches abgefaßt. Hier ist eine große Anzahl von bekanntgewordenen Quellen verarbeitet worden. Viele Reaktortypen werden nach ihren Vor- und Nachteilen hin in anschaulicher Weise behandelt und viele wichtige Gesichtspunkte in kurzen Abschnitten in äußerst übersichtlicher Form zusammengestellt. Auf diese Weise kann das Buch mit Nutzen als Nachschlagwerk für alle aktiv auf dem Gebiet der Kernenergie arbeitenden Ingenieure dienen. Auch die wirtschaftliche Seite der Kernenergie ist hier in der nüchternen Sicht des Ingenieurs mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Bundesrepublik in ausgezeichneter Weise behandelt. Demgegenüber sind durch den gestellten Rahmen des Buches leider die Kapitel über kritische Größe, Temperaturverteilung, Abschirmung und Strahlungsschäden zu kurz gekommen. Es ist zu hoffen, daß dem Autor die Möglichkeit gegeben wird, in einer umfangreicheren Neuauflage diese anderen Gebiete noch etwas mehr zu berücksichtigen.

Man kann nur wünschen, daß dieses Buch viele Leser finden wird, die auf dem neuen Gebiet der Kernenergie tätig sind, und solche, die sich darauf einarbeiten wollen.

F. WINTERBERG (Hamburg)

Oehlkers, Friedrich: Das Leben der Gewächse. Ein Lehrbuch der Botanik, Bd. I: Die Pflanze als Individuum. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956. Gr.-8°. VIII, 463 S. u. 523 Textabb. Gzl. DM 39,60.

In den vergangenen Jahren sind mehrere neue Lehrbücher der Botanik erschienen. Bei manchem von ihnen weiß man nicht recht, warum es eigentlich geschrieben wurde; ist doch die Konzeption des bisher bewährten „Straßburgers" beibehalten, und sind doch nur einzelne Kapitel stärker erweitert, andere enger gefaßt worden oder weggefallen, „Das Leben der Gewächse, ein Lehrbuch der Botanik" trägt gegenüber ihnen allen einen neuen Charakter. Ausgehend von der grundlegendsten Frage der Biologie, der nach dem Wesen der Organismen, und ihrer Beantwortung, daß sie nämlich „in Grenzen gespannt" sind und „ihren Anfang in der Fortpflanzung, ihr Ende in Alter und Tod" haben, schreibt OEHLKERS das erste Lehrbuch der Botanik, in dessen Mittelpunkt die Lehren von der Fortpflanzung, der Vererbung und der Entwicklungsphysiologie stehen. Dadurch erhält dieses Buch seinen entscheidenden Vorzug: es wird nicht nur dem tatsächlichen Beitrag gerecht, den diese biologischen Disziplinen für das Verständnis des Lebendigen geliefert haben — welcher Biologe, gleich auf welchem Teilgebiet er sich spezialisiert hat, vermöchte zu leugnen, daß z.B. die jüngsten Einsichten in den Mechanismus einzelner Merkmalsbildungen faszinierende sind —, sondern es führt uns durch die Betonung dieser Disziplinen auch einen großen Schritt in dem Bemühen weiter, die Grenzen von Zoologie und Botanik in Lehre und Forschung dort zu überwinden, wo sie ihren Sinn allmählich verlieren.

Die Gründlichkeit, mit der Fortpflanzung, Genetik und Entwicklungsphysiologie behandelt sind, wundert uns bei einer Persönlichkeit nicht, die seit Jahrzehnten auf diesen Gebieten vielseitig eigene Arbeiten durchführte oder ihre Schüler zu entsprechenden Arbeiten anleitete. Nur unter solchen Umständen erscheint es auch möglich, daß die große Menge des Lehrstoffes gut gestrafft und auf das wesentliche konzentriert werden konnte. Als Grundlagen aller Vererbungs- und Fortpflanzungsvorgänge sind Mitosis und Meiosis besonders prägnant dargestellt und durch hervorragende Mikrophotographien illustriert. Auf die allgemeinen Darlegungen über die vegatative und die sexuelle Fortpflanzung sowie ihre Relationen folgt die spezielle Schilderung der Verhältnisse in den

verschiedenen Pflanzengruppen. Hierbei werden die Gewächse mit kernhaltigen Zellen neuartig aufgeteilt in Tiefwasser-, terrestrisch lebende und Landpflanzen. Der Leser bemerkt, daß diese zunächst frappierende Gliederung große Vorzüge besitzt: Fortpflanzungsleistung und -funktion können deutlicher als bei der üblichen rein systematischen Einteilung herausgestellt werden, und es wird möglich, die Gestaltungsübergänge sinnvoll in die systematische Gliederung einzufügen.

Das Kapitel über die Genetik beansprucht nur 51 Seiten. Trotzdem wird auch hier der wesentliche Lehrinhalt, von den Mendelschen Gesetzen bis zur Natur der Gene reichend, verständlich dargestellt. Es sei hervorgehoben, daß das großväterliche, zur Langeweile führende, in den meisten Lehrbüchern übliche Verfahren, die Mendelschen Regeln zum Mittelpunkt der Genetik zu machen, verlassen wurde. Stattdessen sind die drei Teile der Chromosomentheorie scharf herausgearbeitet, wodurch dem heutigen Stand der karyotischen Vererbung am besten Genüge getan wird. Nach Darstellung der außerkaryotischen Vererbung und der Mutabilität schließt ein Kapitel über die Analyse der erblichen Konstitution die Genetik ab. Die Entwicklungsphysiologie bildet den dritten Teil des Lehrbuches. Sie steht von der Genetik getrennt und folgt dem Kapitel über „Krankheit, Alter und Tod". Man kann verschiedener Meinung darüber sein, ob diese Anordnung wirklich die sinnvollste ist. Die Darstellung selbst erscheint einem oftmals fast zu stark gestrafft. Allerdings muß beachtet werden, daß eine außerordentlich große Stoffmenge auf 43 Seiten unterzubringen war, denn die Darstellung vernachlässigt weder klassische Experimente noch die Ergebnisse und Theorien der jüngsten Zeit; Musterbildung, Hemmfeldwirkung und Entwicklungsphysiologie der Meiosis sind z. B. bereits miteinbezogen.

Neben den drei genannten Teilgebieten der Botanik, die das OEHLKERSsche Lehrbuch hervorheben und auszeichnen, kommen die übrigen, die in diesem ersten Band behandelt sind, keineswegs zu kurz. Am Anfang steht die Beschreibung der „Gestalt der Gewächse in Entwicklung und Aufbau". Hier wird neben den grundlegenden Tatsachen der Cytologie, Histologie und Organographie vielen interessanten, sonst schwer auffindbaren Einzelheiten Raum gewährt, etwa der Entstehung von Intercellularlücken oder der Entwicklung der Siebröhren. In der Organographie spürt man die Herkunft des Autors aus der Schule, welche die Morphologie zur Blüte brachte; die Typen der Blattentwicklung, Blattstellung und Infloreszenzen sind in ihren Wesenszügen erfaßt und durch viele Einzelvarianten glücklich erläutert und gegenseitig verbunden.

Eine Besprechung dieses Lehrbuches wäre mangelhaft, würde die hervorragende Illustration nicht besonders vermerkt. Ein großer Teil der 523 Abbildungen besteht aus Originalen des Autors. Von den sattsam bekannten Abbildungen des „Straßburgers" oder anderer Lehrbücher der Botanik ist nur wenig zu sehen. Schon dadurch gewinnt man von der Bebilderung einen erfreulich frischen Eindruck. Hinzukommt, daß aus Spezialwerken übernommene Abbildungen meist umgezeichnet sind, so daß ein einheitlicher Charakter aller Abbildungen geschaffen wurde (Abb. 234 und 522 fallen etwas aus dem Rahmen). Man darf die so zustandegekommene Folge von Bildern, die sowohl auf ihren didaktischen als auch ästhetischen Wert hin vorsichtig geprüft erscheinen, als vorbildliche bezeichnen und gleichzeitig das Verdienst des Verlages Springer erwähnen, der diese reiche Bebilderung ermöglicht und drucktechnisch einwandfrei durchgeführt hat.

Der Zweck eines Lehrbuches besteht in der Wiedergabe der in der betreffenden Disziplin erarbeiteten Tatsachen. Man kann verschiedene Meinungen darüber hegen, ob die Darstellung bis an jene Grenzen gehen soll, wo die ungelösten Probleme auftauchen. An vielen Stellen, vor allem in den Kapiteln über Genetik und Entwicklungsphysiologie, führt der Autor den Gedankengang bis dorthin. Ich halte dies gerade in der jetzigen Zeit für sehr wertvoll, auch in einem Lehrbuch! Ist es denn nicht so, daß die Forschung immer mehr zu einem Umgang mit Apparaturen und das Sehen von Problemen immer nebensächlicher zu werden droht? Ähnlichen Wert darf man den oft eigenwilligen, aber begründeten Prinzipien der Stoffgliederung in den Unterabschnitten beimessen. Sie regen zum Nachdenken dort an, wo wir uns oftmals aus Gewohnheit ein bestimmtes Denkschema angeeignet hatten, und die ausgelöste Kritik vermag die Botanik mannigfaltig zu fördern.

Unbeeinflußt von solchen Fragen der Gliederung bleiben der Reichtum dieses Buches an den grundlegenden Tatsachen der wissenschaftlichen Botanik und der Wert, der ihm durch die konsequente, wohldurchdachte Durchführung des einleitend skizzierten Bauplanes eigen ist. Der ernsthaft Studierende wird aus ihm hohen Gewinn ziehen können. Soll es dazu dienen, sich neben der Vorlesung über allgemeine Botanik in die Botanik zu vertiefen, so mag der durchschnittliche Studierende allerdings an mancher Universität Gefahr laufen, die Verbindung des einen mit dem andern oftmals schwer knüpfen zu können. Dem Intelligenten aber wird es immer gelingen. Früh wird dieser durch das Lehrbuch vom Leben der Gewächse die richtige Einstellung zum Studium der Botanik gewinnen und sich rechtzeitig einen Begriff von diesem Teil der modernen Botanik bilden können. Damit ist der Sinn dieses Lehrbuches erfüllt.

Die zahlreichen Schüler von FRIEDRICH OEHLKERS und die vielen Naturwissenschaftler, die im vergangenen Vierteljahrhundert in Freiburg Botanik hörten und noch heute zu ihr in einer inneren Beziehung stehen, nehmen das Buch mit besonderer Freude in die Hand. In verständlicher Form und wohlgeordnet wird ihnen das zum Lesen geboten, was sie einstmals hörten, wobei das Begreifen aus mancherlei Gründen nicht immer vollständig war. Das hohe Niveau, die Folgerichtigkeit und die Sauberkeit der Darstellung lassen vor ihrem geistigen Auge auch das ihnen vertraute Bild der Persönlichkeit ihres Botaniklehrers erstehen. Mit ihm bedauern sie, daß ihr Lehrbuch der Botanik erst spät erscheinen konnte. Keinesfalls aber kam es zu spät. J. STRAUB (Köln)

Knoll, Fritz: Die Biologie der Blüte. Verständliche Wissenschaft, Bd. 57. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956. 164 S. u. 79 Abb. Kl. 8°. DM 7.80.

In dem vorliegenden Bändchen der so wohlgelungenen Reihe „Verständliche Wissenschaft" gibt KNOLL, einer der verdienstvollsten lebenden Blütenbiologen, einen Überblick über die Bestäubungsverhältnisse der Blüte. Nach einer Einführung in das Wesen der Blüte werden im Hauptteil die verschiedenen Arten der Bestäubung und ihre Hilfsmittel beschrieben. Dabei behandelt der Verfasser zunächst die Blüteneinrichtungen, die zur Selbstbestäubung führen, und — erfreulich ausführlich — die Bedeutung der bewegten Luft und Schwerkraft für die Bestäubung. Es folgt ein Abschnitt über das bewegte Wasser als Bestäubungsfaktor. Den größten Raum nimmt die Darstellung der Tierbestäubung ein. Die Nahrungsmittel der Blüte, Duft, Nektar und Pollen erfahren eine übersichtliche Behandlung. Ihr schließt sich ein Kapitel über Eignung bestimmter Tiere für den Blumenbesuch und die Wirkung der Blüten auf ihre Besucher an. Darin wird auch ein Überblick über die Bedeutung des Geruchs-, Geschmacks- und Gesichtssinns der Besucher für den Blumenbesuch gegeben. Die weiteren Kapitel des Buches sind den einzelnen Tiergruppen gewidmet. Es werden Körperbau, Eignung und Verhalten der Käfer, Schmetterlinge, Zweiflügler und Hautflügler besprochen und den einzelnen Tiergruppen charakteristische Blumentypen angereiht. Unter den Wirbeltieren spielen besonders Vögel eine große Rolle. Ihr Körperbau, ihre Eigenheiten und Beispiele für Vogelblumen werden behandelt. Auch die Fledermäuse und nicht fliegenden Beuteltiere, die bei einer Reihe von Blumenformen als regelrechte Bestäuber auftreten, finden eine kurze Darstellung. Den Schluß bildet ein Abschnitt über den Menschen als Bestäubungsfaktor.

Es bedarf bei der Persönlichkeit des Verfassers keiner Erwähnung, daß das Bändchen dem neuesten Stand der Forschung gerecht wird. Die Darstellung ist klar und sachlich, die Sprache flüssig. Man spürt, daß der Verfasser über sein eigenstes Forschungsgebiet spricht. Besonders erwähnenswert sind die ausgezeichneten Zeichnungen und Photos, die zum größten Teil vom Verfasser selbst stammen. So stellt das Bändchen eine ausgezeichnete, auch dem Liebhaber verständliche Einführung in die Blütenbiologie dar, über die sonst nur umfangreichere Lehrbücher vorliegen.

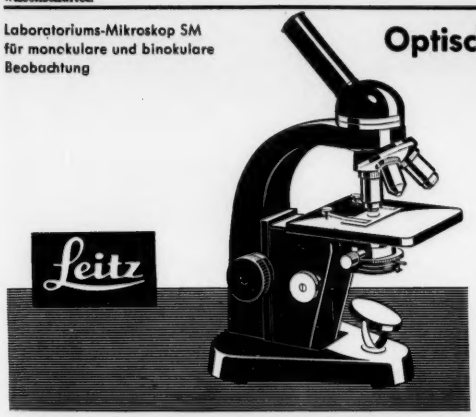
H. KUGLER (München)

BERICHTIGUNG

zu der Kurzen Originalmitteilung von TAMÁS SZÉLL [Naturwiss. **44**, 396 (1957)]. Die Überschrift soll lauten „Preparation of Diphenylamine from Diphenylurethane".

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W. 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

Laboratoriums-Mikroskop SM für monokulare und binokulare Beobachtung



Optische Instrumente

Monokulare und binokulare Mikroskope neuester Bauart.

Mikrophotographische Einrichtungen von der einfachen Aufsatzkamera bis zum Universalapparat PANPHOT.

Mikrotome zur Herstellung feinster mikroskopischer Schnitte.

Kompensations-Photometer, Spektroskope, Infrarot-Spektrograph.

Kleinbildprojektoren, Epidiaskope, Großraumprojektoren.

Kleinbildkamera LEICA mit Ergänzungen für wissenschaftliche und technische Photographie.

Druckschriften stehen Interessenten gern zur Verfügung.

ERNST LEITZ GMBH WETZLAR

Lichtelektrische Meßgeräte

Photozellen · Selenphotoelemente · CdS-Kristallzellen Germaniumzellen
Beleuchtungsmesser 0,001—100000 Lux
Kolorimeter
Universal-Kolorimeter
Medico-Kolorimeter
Titrier-Kolorimeter
Röhren-Kolorimeter
Becherglas-Kolorimeter
Durchfluß-Kolorimeter
Spektral-Kolorimeter
Spektralphotometer 200—20000 nm
Flammenphotometer mit Membrankompressor
Multiflex-Galvanometer ab 10^{-8}—10^{-11} A
Farbanalysator
Glanzmesser · Reflexionsmesser
Transparenz- und Schwärzungsmesser
Leukometer
pH-Acidometer · Taschen-pH-Meter

Dr. B. LANGE BERLIN

Spezialfabrik lichtelektr. Zellen und Apparate

Dr. B. LANGE

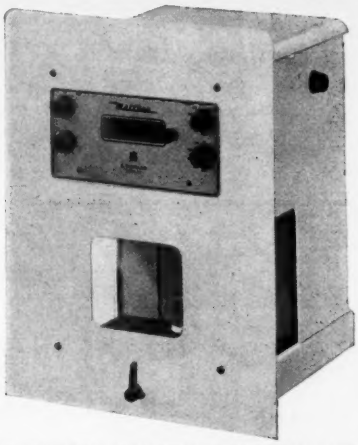
Berlin-Zehlendorf, Hermannstraße 14-18

colora

Mettler-Mikrowaage

M5

genau
schnell
robust
zuverlässig



VERKAUF UND KUNDENDIENST IN DEUTSCHLAND

colora **COLORA GmbH. · LORCH/Württ.**
Mettlerwaagen-Spezialisten seit 1950

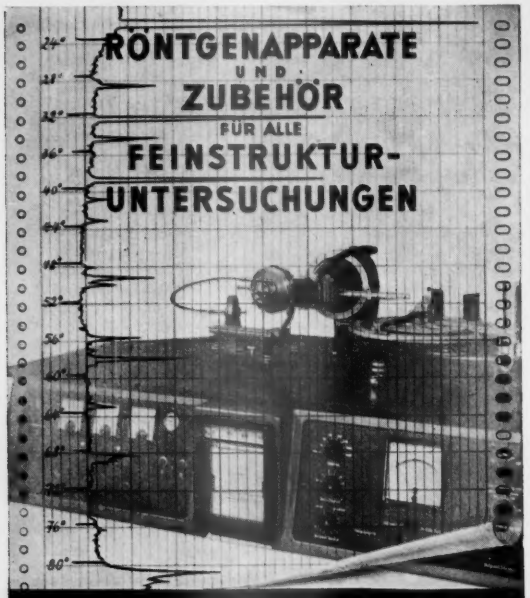
Soeben erschien:

Farbenlehre und Farbenmessung

Eine kurze Einführung. Von Dr. **Werner Schultze,** Ludwigshafen. Mit 55 Abbildungen in 68 Einzeldarstellungen, darunter 3 farbigen Abbildungen. IV, 61 Seiten Gr.-8°. 1957. DM 9.80

Inhaltsverzeichnis: Das Wesen der Farbe. — Das CIE-System. — Die empfindungsgemäßen Systeme. — Die Methoden der Farbmessung und Farbbewertung: Das Gleichheitsverfahren; das Spektralverfahren; das Helligkeitsverfahren. — Beziehungen zwischen spektraler Energieverteilung und farbmetrischer Bewertung. — Besondere Einflüsse bei der Farbbetrachtung. — Fluorescenzfarben. — Praktische Anwendung der Farbenmetrik. — Zur Frage der ästhetischen Farbbewertung. — Literatur. — Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG



RICH·SEIFERT+CO·

RÖNTGENWERK HAMBURG 13

J·D·MÖLLER OPTISCHE WERKE GMBH
WEDEL/HOLSTEIN

STRICHPLATTEN aller Art, Kreisteilungen, Maßstäbe, Mikrometer, Faden- u. Distanzkreuze, Waagenskalen, Diagramme, Testplatten sowie nichtlineare Teilungen — auf Glas, Metall und Kunststoffen

PRÄZISIONS-TEILUNGEN

FÜR HÖCHSTE ANFORDERUNGEN
MÖLLER

DAS KENNZEICHEN EINES GUTEN MESSGERÄTES

„Cam" (Nocke) und „Bridge" (Wheatstone Brücke) sind die Handelsmarke der Cambridge Instrument Co. Ltd., Erzeuger einer äußerst umfangreichen Auswahl hochwertiger Instrumente

Auf der INTERKAMA in Düsseldorf (siehe rechts) beabsichtigen wir u. a. folgendes auszustellen: Medizinische Apparate; Instrumente für elektrochemische Analysen; Ausrüstung für verschiedene Gebiete der Wissenschaft und Technik (z.B. Brennstofftechnik, usw.); Anzeiger, Schreiber, und Regulierautomaten für Temperaturmessung; elektrische Laboratoriumsgeräte

Fordern Sie bitte unverbindlich unsere Prospekt-Liste an

Wir stellen aus INTERKAMA Sima Stand 115—119 Halle B

Cambridge INSTRUMENT CO. LTD.,
13 GROSVENOR PLACE, LONDON SW1, ENGLAND

Generators and Relations for Discrete Groups

By Professor **H. S. M. Coxeter**, University of Toronto, and Professor **W. O. J. Moser**, University of Saskatchewan. (Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete, Heft. 14.) With 54 Figures. VIII, 155 pages Gr.-8°. 1957. DM 32.—

Die Bezieher des „Zentralblatt für Mathematik" erhalten die „Ergebnisse der Mathematik" zu einem gegenüber dem Ladenpreis um 10% ermäßigten Vorzugspreis.

Contents: Cyclic, dicyclic and metacyclic groups. — Systematic enumeration of cosets. — Graphs, maps and Cayley diagrams. — Abstract crystallography. — Hyperbolic tesselations and fundamental groups. — The symmetric, alternating, and other special groups. — Modular and linear fractional groups. — Regular maps. Groups generated by reflections. — Tables 1—12. — Bibliography. — Index.

Springer-Verlag/Berlin·Göttingen·Heidelberg